

Н.Н. ПУТЯТИН

В ПОМОЩЬ НАЧИНАЮЩЕМУ РАДИОЛЮБИТЕЛЮ

Путятин Н. Н.

П 90 В помощь начинающему радиолюбителю. — М.: Энергия, 1980. — 128 с., ил. — (Массовая радиобиблиотека. Вып. 1009).

65 к.

В книге даются советы по оборудованию рабочего места, пайке и монтажу деталей, макетированию и конструированию радиотехнических устройств, измерительных приборов.

Книга предназначена для начинающих радиолюбителей.

П $\frac{30404\text{-}042}{051(01)\text{-}80}$ 240-80. 2402020000

ББК 32.85
6Ф2.1

НИКОЛАЙ НИКОЛАЕВИЧ ПУТЯТИН

В помощь начинающему радиолюбителю

Редактор В. Г. Борисов
Редактор издательства Т. В. Жукова
Обложка художника Ф. Г. Миллер
Технический редактор А. С. Давыдова
Корректор З. Б. Драновская

ИБ № 804

Сдано в набор 07.09.79. Подписано в печать 11.02.80. Т-01063. Формат 84×108 1/32. Бумага типографская № 2. Гарн. шрифта литературная. Печать высокая. Усл. печ. л. 6,72. Уч.-изд. л. 8,83. Тираж 150 000 экз. Заказ № 134. Цена 65 к.

Издательство «Энергия». 113114, Москва, М-114, Шлюзовая наб., 10

Владимирская типография «Союзполиграфпрома» при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли

600000, г. Владимир, Октябрьский проспект, д. 7

ПРЕДИСЛОВИЕ

Радиолюбительскому конструированию посвящает свой досуг многомиллионная армия людей самых различных возрастов и профессий. Значительная часть этой огромной армии радиолюбителей — начинающие. Среди них много юных, сидящих еще за школьной партой. Им-то, в первую очередь нуждающимся в практической помощи, и адресуется эта книга.

Радиолюбитель, образно выражаясь, должен быть мастером на все руки. Это потому, что, конструируя любое, даже самое простое радиотехническое устройство, он кроме знаний основ электротехники должен выполнять столярные, слесарные, электромонтажные, малярные и многие другие работы. Но качественное выполнение всех этих работ требует правильной организации рабочего места, подбора нужного инструмента, опыта разметки и обработки различных материалов. Вот таким общим вопросам радиолюбительского конструирования посвящена первая часть книги.

Во второй части книги начинающим радиолюбителям предлагается ряд конструкций, рекомендуемых для повторения.

Автор надеется, что книга поможет радиолюбителям в их практической деятельности.

Отзывы и пожелания направляйте по адресу: 113114, Москва, М-114, Шлюзовая наб., 10, издательство «Энергия», редакция Массовой радиобиблиотеки.

Автор

РАБОЧЕЕ МЕСТО, ИНСТРУМЕНТЫ, МАТЕРИАЛЫ

Радиолюбители, даже посещающие занятия кружка внешкольного или культурно-просветительного учреждения, спортивно-технического клуба, много времени уделяют радиоконструированию дома. При этом они неизбежно сталкиваются с трудностью размещения рабочего места в жилой комнате. В таких условиях трудно, конечно, оборудовать лабораторию, отвечающую всем требованиям радиолюбителя, но ведь можно пользоваться передвижным рабочим местом, на котором можно выполнять некоторые слесарные и монтажные работы, испытывать и налаживать конструкции.

Передвижное рабочее место представляет собой как бы поднос (рис. 1), на котором размещают мелкий инструмент, детали, кассетницы для деталей и инструмента, паяльник с подставкой, авометр, коробки для хранения монтируемых конструкций, некоторого инструмента. Его основанием служит лист 8—10-миллиметровой фанеры размером 600×450 мм. К нему приклеивают казеиновым или столярным клеем и дополнительно привинчивают шурупами дощатые бортики: к задней стороне — высотой около 30 мм, к боковым — такой же высоты сзади и примерно 10 мм спереди, с закругленными краями. Толщина планок для бортиков 15—20 мм. Передняя планка — полоска фанеры толщиной 3—5 и шириной 10—15 мм. Ее прикрепляют к основанию между боковыми бортиками плашмя. Снизу к основанию приклеивают сукно или байку, чтобы не царапать стол, на который кладут поднос. Готовый поднос пропитывают олифой.

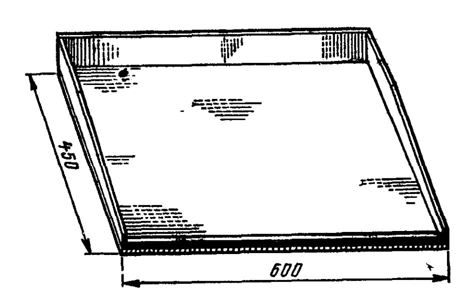


Рис. 1. Поднос для передвижного рабочего места.

Хранить поднос вместе с находящимися на нем деталями, инструментами можно между ножками или тумбами письменного стола, прикрепив к ним планки или отрезки дюралюминиевого уголка.

Рабочее место должно быть хорошо освещено. Свет должен падать сверху, спереди и немного слева. В вечернее время удобно пользоваться настольной лампой с абажуром. Для подключения к электросети настольной лампы, паяльника и других электроприборов нужно на доске размером 300×65×20 мм смонтировать несколько штепсельных розеток (рис. 2) со шнуром (желательно марки ШР) длиной 2—3 м со штепсельной вилкой на конце.

Хранить мелкие детали (винты, гайки, резисторы и др.) удобнее всего в кассетнице — шкафчике с выдвижными ящиками, разделенными перегородками на ячейки. Простую кассетиицу можно сделать из пустых спичечных коробков (рис. 3), склеенных в несколько рядов этажеркой. Более прочную кассетницу можно сделать из 5—6-миллиметровой фанеры. Она состоит из 8—9 ящиков разной глубины, разделенных на ячейки. Внутри открывающейся крышки — готовальня для инструмента. Более глубокие ящики, предназначенные

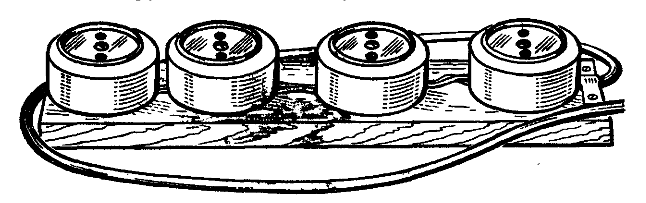


Рис. 2. Переносная колодка питания (удлинитель).

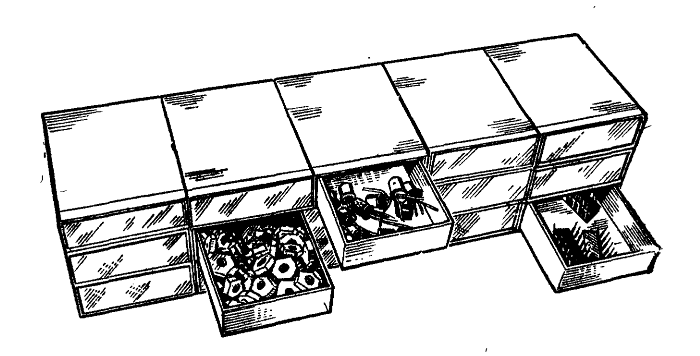


Рис. 3. Кассетница из спичечных коробок.

для хранения сравнительно крупных деталей, например переменных резисторов, подстроечных конденсаторов, располагают внизу. Размеры кассетницы определяются местом ее установки.

Для выполнения монтажных работ потребуются паяльник, плоскогубцы, кусачки или бокорезы, отвертки и некоторые другие инструменты.

Паяльник электрический мощностью 40—60 Вт желательно иметь со сменными стержнями разного диаметра. Лучше всего пользоваться паяльником, рассчитанным на питание переменным током от трансформатора, понижающего напряжение сети до 36 В. Паяльники с питанием от сети напряжением 127—220 В небезопасны — в случае пробоя изоляции между нагревателем и стержнем работающий им может получить электрический удар. Можно пользоваться самодельным паяльником на переменное напряжение 6 В. Описание такого паяльника приведено в конце книги. Пользуясь паяльником с питанием от сети напряжением 127—220 В, необходимо каждый

раз перед работой проверять исправность шнура и отсутствие замыкания нагревательного элемента на корпус. Исправность шнура проверяют осмотром, а потертые места заматывают изоляционной лентой. Замыкание нагревательного элемента проверяют омметром или пробником, для чего один щуп прибора подключают к его корпусу, а второй — к ножкам вилки. *Паяльником, нагревательный элемент которого замкнут на корпус, пользоваться категорически запрещено!*

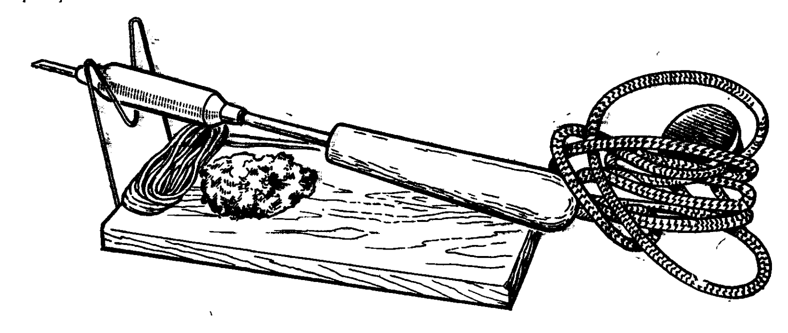


Рис. 4. Подставка для паяльника.

Подставкой для паяльника может служить дощечка размером 200×90×20 мм со стойкой высотой 55—60 мм, согнутой из проволоки диаметром 1,0—1,5 мм, в виде буквы М (рис. 4). Концы проволочной стойки, изогнутые под прямым углом, вбивают в торец дощечки. На подставке можно также держать канифоль и припой.

Некоторые монтажные инструменты, которыми пользуются радиолюбители, показаны на рис. 5.

Плоскогубцы трех размеров (рис. 5, *а*). Первые, размером 100—120 мм, с тонкими и узкими губками без насечки, нужны, чтобы при сгибании голого провода не портить его поверхность, а при укладке изолированного провода не повредить изоляцию. Вторые, размером 150—170 мм, с насечкой на губках, служат для вытягивания и выпрямления сравнительно толстых одножильных проводов, поджатия различных крепежных скобок и других работ. Третьи, длинные — утконосы, удобны для работы в труднодоступных местах.

Для определения годности плоскогубцев проверяют перекос губок и прилегание их друг к другу по всей поверхности.

Круглогубцы размером 40—50 и 150 мм (рис. 5, *б*). Первыми, с тонкими, диаметром 1,5 у концов и 5 мм у основания, губками удобно изгибать проволочные выводы деталей с любым радиусом от 0,75 до 2,5 мм. Вторые, с насечкой на сходящихся поверхностях губок (у концов 3—3,5 мм, у оснований 7—8 мм), применяют при монтаже радиоаппаратуры голым проводом диаметром 1,5—2,0 мм. Ими удобно делать кольца на концах проводов для крепления под гайку.

Кусачки могут быть торцовыми или боковыми (бокорезы, рис. 5, *в*) размером 100—130 мм. Торцовые кусачки более прочные.

Отвертки разной длины с лезвием шириной 1, 2, 4, 6 и 8 мм (рис. 5, *г*). При работе отверткой следует подбирать ширину лезвия

в соответствии с длиной шлица шурупа или винта: лезвие должно плотно входить в шлиц. Соблюдение этих условий предохраняет шлиц от порчи. Желательно, чтобы ручки отверток были из изоляционного материала во избежание поражения электрическим током.

Шилья четырехгранное и круглое малое (рис. 5, *д*) нужны для прокола отверстий.

Пинцеты (рис. 5, *е*) особенно удобны для держания деталей и проводов при пайке. В практике используют часовые и анатомические пинцеты. Часовые пинцеты применяют при монтажных работах с малогабаритными деталями и проводом диаметром до 0,1—0,12 мм. Наиболее подходящий размер пинцета 140—150 мм.

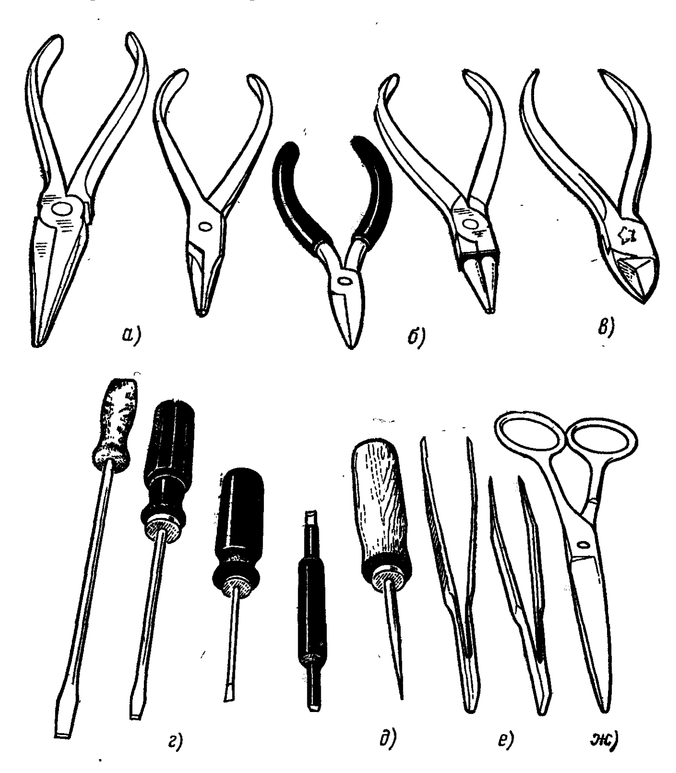


Рис. 5. Монтажный инструмент.

а — плоскогубцы; *б* — круглогубцы; *в* — кусачки-бокорезы; *г* — отвертки; *д* — шило; *е* — пинцеты; *ж* — ножницы.

Монтажный или перочинный нож необходим для зачистки проводов от изоляции, обрезки ниток и других вспомогательных работ.

Тиски желательно иметь настольные и ручные. Для них надо сделать накладные губки из красной меди толщиной 3—5 мм. Во

избежание порчи насечки губок зажимать тиски без обрабатываемой детали или без накладных губок не рекомендуется.

Напильники и надфили различают по размерам, форме и типу насечки. По типу насечки напильники бывают драчевые — с крупной насечкой, личные — с более мелкой насечкой, бархатные — с самой мелкой насечкой для тонкой обработки. Выбор напильника зависит от величины и формы опиливаемой поверхности, толщины снимаемого слоя и точности обработки. Особо тонкие и точные работы выполняют маленькими напильниками с очень мелкой насечкой — надфилями. Мелкие личные и бархатные напильники не рекомендуют применять для обработки цветных металлов, так как в насечку быстро забиваются опилки. Напильники надо оберегать от ударов и попадания на них влаги и масла, нельзя их класть друг на друга. По окончании работы напильник нужно вычистить и убрать. Хранят

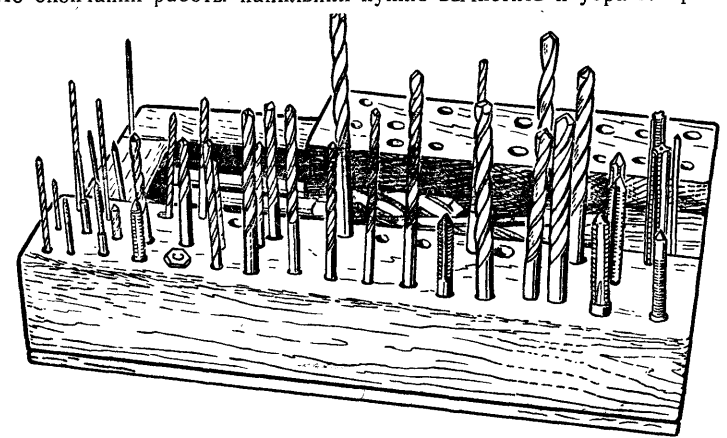


Рис. 6. Магазин сверл.

напильники отдельно от остальных инструментов в специальных готовальнях.

Напильниками без ручек пользоваться запрещено. На конце ручки напильника должно быть предохранительное кольцо.

Чистят напильники металлической щеткой.

Молоток массой 200—300 г с деревянной, без трещин ручкой, длиной 230—250 мм нужен для выполнения многих работ.

Ножницы размером 150—200 мм (рис. 5, *ж*) необходимы для резания бумаги или тонкой ткани. Нужны также небольшие ножницы для резания листового металла толщиной до 1—1,5 мм.

Тонкий листовой металл, разрезаемый ручными ножницами, держат левой рукой, на которую надета брезентовая рукавица.

Ножовка слесарная ручная со сменными полотнами нужна для многих работ по металлу и дереву.

Для сверления отверстий и нарезания внешней и внутренней резьбы потребуются *сверла* разные диаметром от 1 до 10 мм, *плаш-*

ки и метчики наиболее часто употребляемых размеров (М3, М4, М5), а также *кернер* для обозначения мест сверления (имеет форму цилиндра с концом в виде конуса, заостренным под углом 60°).

Для хранения сверл на подносе должна быть фанерная дощечка (магазин) размером 150×100×10 мм, с глухими отверстиями по диаметру каждого сверла. У отверстий делают надписи, указывающие диаметр сверл (рис. 6).

Резак по металлу и пластмассе — самодельный (рис. 7). Его делают из обломка ножовочного полотна, затачивая на наждачном круге один из его концов. Ручку резака обматывают изоляционной лентой.

Челнок для намотки провода на кольцевые сердечники (рис. 8, *а*) делают из вязальной спицы длиной 200 и диаметром 1—

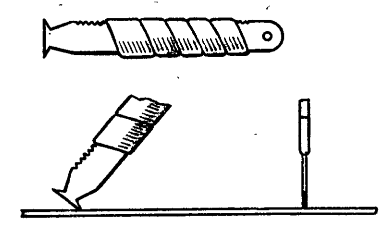


Рис. 7. Резак по пластмассам и мягким металлам.

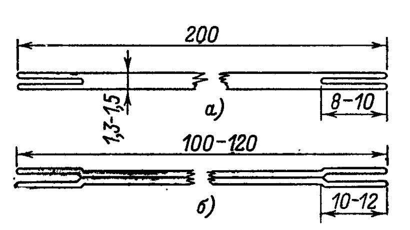


Рис. 8. Челноки для намотки тороидальных (кольцевых) сердечников.

а — из вязальной спицы; *б* — из спаянных проволок.

1,5 мм. Концы спицы на длину 8—10 мм отжигают и расплющивают молотком. Затем лобзиком с пилкой по металлу делают продольный пропил длиной 7—9 мм. Бархатным напильником или надфилем опиливают расплющенные края спицы и окончательно зачищают мелкой шкуркой, чтобы не повреждать изоляцию обмоточного провода. Более простой в изготовлении челнок (рис. 8, *б*) состоит из двух отрезков медного луженого провода диаметром 0,7—0,8 и длиной 100—120 мм, которые спаивают вместе, отступив от концов на 10—12 мм. Затем концы изгибают наподобие вилки. Однако с помощью такого челнока намотать провод на кольцо малого диаметра до заполнения нельзя.

Разметку заготовок монтажных плат и панелей шасси делают, пользуясь *металлической линейкой, угольником, чертилкой* (круглый пруток инструментальной стали диаметром 3—4 и длиной 100—120 мм с остро заточенным концом) или *шилом*. На время, когда чертилкой или шилом не пользуются, на их острые концы надевают предохранительные колпачки.

Циркули по металлу используют для разметки различных заготовок, чертежные — для вычерчивания принципиальных и других схем.

Отвертку для подстройки контуров с сердечниками изготовляют из стержня диаметром 4—5 мм любого поддающегося обработ-

же изоляционного материала. В нем делают пропил, закрепляют заклепкой или клеем БФ-2 небольшую пластинку из латуни или бронзы с заточенным, как лезвие отвертки, концом.

Ручную дрель кроме использования по прямому назначению радиолюбители применяют для свивания проводов, наматывания проводов на каркасы трансформаторов, контурных катушек и многих других целей.

Для предохранения рук от мозолей деревянные ручки инструментов слегка обжигают на огне до получения коричневого цвета.

Приведенный здесь перечень инструментов и приспособлений не является исчерпывающим и, конечно, обязательным. Пополнение инструмента может происходить длительное время. Для начала же работ достаточно иметь электрический паяльник, кусачки-бокорезы, круглогубцы, плоскогубцы, отвертки, пинцет, дрель с набором сверл.

Хранить инструменты следует в специальной готовальне или на щите. К щиту инструменты прикрепляют крючками, скобами, прижимами или укладывают в деревянные гнезда.

Материалы, используемые радиолюбителями для своих конструкций и их деталей, разнообразны как по свойствам, так и по назначению. В основном это токопроводящие материалы (проводники) и электроизоляционные материалы.

Назовем некоторые из них, наиболее широко используемые радиолюбителями.

Медь — металл розовато-красного цвета. Мягкий, тягучий, хорошо паяется, сваривается, обрабатывается механически. Обладает высокой электропроводностью. Из меди изготовляют провода, зажимы, токонесущие детали.

Константан и нихром — сплавы металлов, имеющие высокое удельное сопротивление (большое сопротивление постоянному току). Из проводов этих сплавов изготовляют, например, проволочные резисторы, нагревательные элементы электропаяльников и т. д.

Алюминий — легкий и сравнительно мягкий металл серебристо-белого цвета с голубоватым оттенком. Хорошо обрабатывается, обладает пластичностью, ковкостью, малым сопротивлением электрическому току, но легко окисляется. Паяют алюминий специальным способом. Из алюминия делают экраны катушек, обкладки конденсаторов, а из алюминиевой фольги — аноды электролитических конденсаторов, различные прокладки.

Дюралюминий — сплав алюминия с медью. Обладает свойствами алюминия, но значительно тверже и прочнее его. Его применяют для изготовления втулок, экранов, шайб, заклепок, угольников и т. д. Из уголкового дюралюминия размером 10×10, 10×20, 15×15 мм радиолюбители делают каркасы для своих конструкций.

Сталь — сплав железа с углеродом. Твердый металл сероватого цвета. Хорошо обрабатывается, сваривается, паяется, куется, обладает большой механической прочностью. Из стали изготовляют сердечники для электромагнитов, пластины трансформаторов, сердечники для катушек электромагнитных телефонов, телефонные и телеграфные провода, винты, гайки, шайбы и многое другое.

Латунь — сплав меди с цинком, имеет золотистый цвет, обладает пластичностью, вязкостью, хорошо паяется, штампуется, обрабатывается механически. Из латуни делают контактные лепестки, штепсельные разъемы, вилки, шайбы, гайки, телескопические (штыревые) антенны для радиовещательных приемников и т. д.

Олово — очень мягкий металл серебристо-белого цвета с голубоватым оттенком. Применяется в качестве припоя в сочетании с другими металлами, главным образом со свинцом.

Гетинакс листовой (толщиной 1, 1,5 и 2,0 мм) — твердый материал темно-коричневого цвета, обладающий хорошими электроизоляционными свойствами. Из него изготовляют монтажные панели, каркасы катушек, различные изоляционные детали. Гетинакс, покрытый с одной или двух сторон фольгой из красной меди, называемый фольгированным (ГФ-1 — фольгирован с одной стороны, ГФ-2 — с двух сторон), предназначен для изготовления печатных монтажных плат.

Органическое стекло (плексиглас, полиметилметакрилат) — прозрачная, бесцветная твердая термопластичная пластмасса с температурой размягчения около 70° С. Хорошо обрабатывается механически, растворяется в дихлорэтане, склеивается акриловым клеем. Из органического стекла толщиной от 1 до 5 мм разных цветов радиолюбители изготовляют корпуса малогабаритной аппаратуры, шкалы приемников и измерительных приборов, используют его как декоративный материал.

Полистирол — пластмасса желтоватого цвета, легкая, влагостойкая, термопластичная. Температура размягчения 70—80° С, растворяется в бензоле, ацетоне. Обладает хорошими электроизоляционными свойствами, в том числе для токов высокой частоты. Применяют для изготовления каркасов высокочастотных катушек, высокочастотных монтажных планок и др.

Прессшпан — электрокартон марок ЭВ, ЭВС, ЭВТ (плотный), ЭМ (мягкий), ЭМТ (тряпичный высококачественный). Прессшпан толщиной 1—2 мм используют для каркасов обмоток трансформаторов, дросселей, изоляционных прокладок.

Картон обычный радиолюбители используют для каркасов катушек, макетирования конструкций; фанеру толщиной от 1 до 5 мм — для футляров приемников, приборов; *трубку поливинилхлоридную* — для изоляции проводов при монтажных работах.

Не следует забывать, что пары ацетона и дихлорэтана ядовиты, поэтому работать с этими растворителями органического стекла, полистирола и целлулоида следует на открытом воздухе или в хорошо проветриваемом помещении. Ацетон, дихлорэтан и нитрокраски, кроме того, относятся к легко воспламеняющимся жидкостям, поэтому хранить их надо лишь в небольших количествах во флаконах с притертыми или полиэтиленовыми пробками вдали от отопительных приборов.

Для электрических соединений в радиоэлектронной аппатуре используют *монтажные провода* с изоляционным покрытием различных расцветок. Расцветка изоляции может быть сплошной или комбинированной, например цветные полосы на белом фоне изоляции или цветные нити в оплетке. Приняты следующие буквенные обозначения расцветки изоляции проводов: Ж — сплошная желтая или оранжевая, К — сплошная красная или розовая, С — сплошная синяя или голубая, З — сплошная зеленая, Кч — сплошная коричневая, Ч — сплошная черная или фиолетовая, Б — белая. Комбинированные расцветки по белому фону: БЖ — желтая, БК — красная, БС — синяя, БЗ — зеленая, БКч — коричневая, ВЧ — черная, красная и желтая — БКЖ, красная и синяя — БКС, красная и зеленая — БКЗ, черная и синяя БЧС, черная и зеленая — БЧЗ, синяя и

зеленая — БСЗ, синяя и желтая — БСЖ, зеленая и коричневая — БЗКч, зеленая и желтая — БЗЖ.

Для монтажа высоковольтных цепей с положительным потенциалом рекомендуют использовать провода красного цвета со всеми его сочетаниями с другим, кроме синего и зеленого, а для высоковольтных цепей с отрицательным потенциалом — провода синего цвета и все его сочетания с другими, кроме красного и зеленого. Для цепей с нулевым потенциалом относительно корпуса применяют провода черного и фиолетового цветов. Для цепей накала ламп используют провода зеленого цвета и все его сочетания с другими, кроме красного и синего. Остальные цепи монтируют проводами любого цвета, кроме перечисленных выше. Монтаж каждой электрической цепи, находящейся под одним и тем же потенциалом, должен выполняться от начала до конца проводом с изоляцией одного цвета.

Сечение токопроводящей жилы монтажного провода должно соответствовать допустимой величине проходящего по нему тока: на 1 мм² сечения провода допустимый ток не должен превышать 10 А.

Приведенные в табл. 1 данные позволят радиолюбителю определить нужные диаметр, сечение и величину допустимого тока, проходящего по монтажному проводу.

Таблица 1

Диаметр провода без изоляции, мм	Сечение, мм²	Допустимая нагрузка, А	Диаметр провода без изоляции, мм	Сечение, мм²	Допустимая нагрузка, А
0,1	0,00785	0,0784	0,51	0,20428	2,04
0,2	0,03142	0,314	0,8	0,50265	5,04
0,3	0,07075	0,708	1,0	0,78540	7,84
0,41	0,13202	1,32	1,5	1,767	17,72

Примеры расшифровки марок некоторых монтажных проводов: ПМВГ — Провод медный Монтажный, изолированный полихлорВиниловым пластикатом, Гибкий; ПМОВГ — Провод медный Монтажный, изолированный Обмоткой из хлопчатобумажной пряжи или стекловолокна и полихлорВиниловым пластикатом, Гибкий; МГШД — провод медный Монтажный, Гибкий, изолированный Двухслойной обмоткой из полиамидного, ацетатного или равноценного искусственного Шелка.

Для катушек, обмоток трансформаторов, электромагнитных реле и других приборов используют обмоточные провода: медные однопроволочные (одножильные), многопроволочные для высокочастотных цепей — литцендраты, однопроволочные алюминиевые и однопроволочные из материалов с большим удельным сопротивлением (провода высокого сопротивления). Обмоточные провода высокого сопротивления предназначены для изготовления проволочных резисторов, шунтов для измерительных и нагревательных приборов.

Обмоточные провода покрывают изоляцией: эмалью, хлопчатобумажной или шелковой пряжей, капроном и др. Часто применяют комбинированную изоляцию из эмалевого покрытия с обмоткой провода волокнистой изоляцией. Для изготовления специальных катушек применяют провода без изоляции, иногда посеребреные. Эма-

левая изоляция обладает лучшими электроизоляционными свойствами, чем волокнистая.

Марки обмоточных проводов имеют условные буквенные обозначения, часто с цифрами 1 или 2. Цифра 1 указывает на нормальную толщину изоляции, а цифра 2 — на утолщенную.

Обозначение марок обмоточных проводов начинается буквой П — провод. Для обозначения волокнистой изоляции применяют буквы: Б — хлопчатобумажная пряжа, Ш — натуральный шелк, ШК или К — искусственный шелк или капрон, С — стекловолокно, А — асбестовое волокно. Буквы О или Д соответствуют одному или двум слоям изоляции. Для алюминиевых обмоточных проводов в конце обозначения добавляют букву А. Аналогично добавляют буквы, характеризующие материал обмоточных проводов высокого сопротивления: К — константан, М — манганин, НХ — нихром, М — мягкий, Т — твердый. В обозначении марок проводов в эмалевой изоляции применяются буквы: ЭЛ — эмаль лакостойкая, ЭВ — эмаль высокопрочная (винифлекс), ЭТ — эмаль теплостойкая полиэфирная, ЭВТЛ — эмаль полиуретановая (не требует зачистки при лужении), ЭЛР — эмаль полиамиднорезольная. Комбинированная изоляция состоит из эмалевого покрытия, поверх которого наложена изоляция из волокнистых материалов. Обмоточные провода, изолированные стекловолокном и пропитанные в теплостойком лаке, имеют в обозначении букву К.

Пробивное напряжение изоляции обмоточных проводов диаметром 0,05—0,07 мм — не менее 300 В, проводов диаметром 1,4—2,44 мм — не более 2000 В. Допустимая плотность тока 2,5 А/мм^2.

Особо следует выделить литцендрат — провод, предназначенный для изготовления высококачественных катушек колебательных контуров. Его токопроводящая жила состоит из эмалированных проводов диаметром 0,05—0,2 каждый, свитых в пучок. Число проводов в жиле может быть от 3 до 21. Сверху жила может быть обмотана одним или двумя слоями пряжи. Число проводов в пучке и диаметр каждого указываются цифрами в обозначении марки.

Пример расшифровки обозначения марки литцендрата: ЛЭШО 10×0,07 — Литцендрат с Эмалевым покрытием и обмоткой из Шелковой пряжи в Один слой, число проводов — 10, диаметр каждого 0,07 мм.

Обозначения марок некоторых других обмоточных проводов расшифровываются так: ПЭЛШКД — Провод медный, изолированный лакостойкой Эмалью и обмоткой Шелка Капрон в Два слоя; ПЭВНХ — Провод Нихромовый, изолированный Высокопрочной эмалью.

РАДИОДЕТАЛИ

Современная радиоэлектронная аппаратура, в том числе и любительская, содержит большое число деталей. Это резисторы, конденсаторы, диоды, транзисторы и другие полупроводниковые приборы. Многие из них имеют условное обозначение (маркировку), состоящее из буквенных и буквенно цифровых элементов.

Резисторы. Все резисторы, выпускаемые промышленностью, подразделяют на *постоянные, переменные* и *подстроечные.* Они могут быть как проволочными, так и непроволочными. Для изготовления проволочных резисторов применяют провода из сплавов с большим

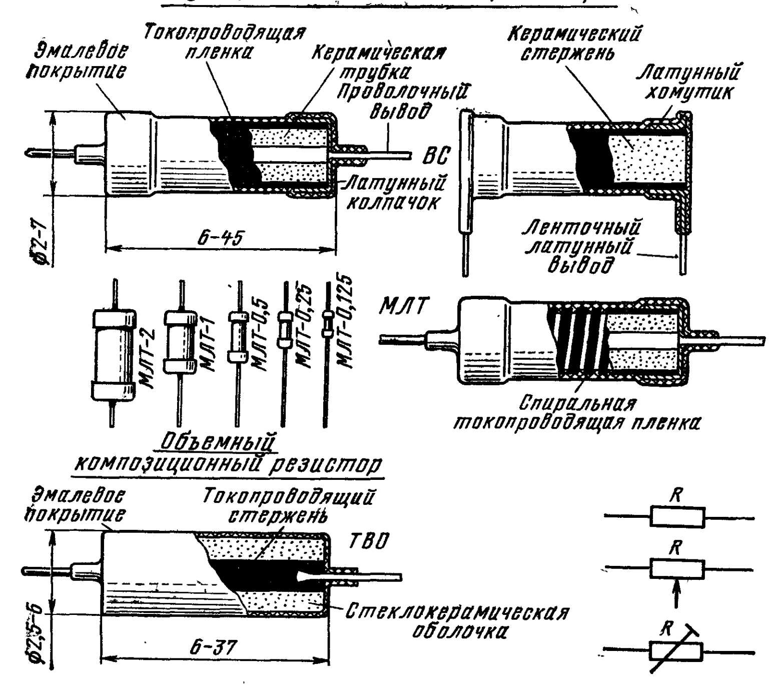


Рис. 9. Устройство непроволочных резисторов.

удельным сопротивлением. В непроволочных резисторах токопроводящим элементом служит углеродистый, композиционный или металлизированный состав в виде тонкого слоя — пленки (пленочные резисторы) или массы, заключенной между выводами (объемный резистор). Резисторы, выполненные на основе полупроводниковых материалов, называют полупроводниковыми. Резисторы выпускают номинальным сопротивлением от единиц омов до сотен мегаомов.

При изготовлении резисторов возможно отклонение сопротивления от номинального значения. Это отклонение, выраженное в процентах, характеризует класс точности. Классы точности введены для того, чтобы знать, насколько может отличаться сопротивление данного резистора от номинального значения и в каких целях, в какой аппаратуре его можно использовать. Резисторы, имеющие отклонение от номинального сопротивления 5%, относятся к первому классу точности, 10% — ко второму и 20% — к третьему. Резисторы, имеющие отклонение менее 5%, относятся к высшему классу.

Устройство некоторых непроволочных постоянных резисторов показано на рис. 9, а условные обозначения номинальной мощности резисторов на принципиальных схемах — на рис. 10.

На резисторах относительно больших размеров номинальные сопротивления маркируют, применяя общепринятые сокращенные обозначения единиц, и указывают возможное отклонение от номинала в процентах. Пример маркировки постоянных резисторов старых выпусков: 27 кОм, ±10%, 2 Вт, Х-69.

В связи с миниатюризацией деталей резисторы новых типов маркируют по специальному коду. Принято обозначать: Е — омы, К — килоомы, М — мегаомы. Соответственно 27 Ом обозначают как 27Е, 27 кОм — 27К, 12 МОм — 12М. Все сопротивления от 100 до 910 Ом выражают в долях килоома (например, 120 Ом соответствует 0,12 кОм), при этом нуль и запятую заменяют условной буквой

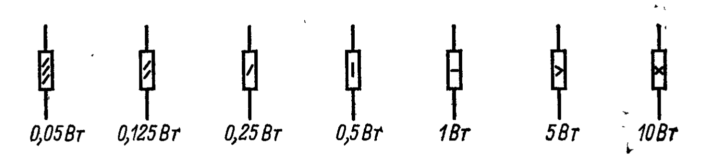


Рис. 10. Условные обозначения мощностей резисторов.

(например, К12), т. е. букву ставят впереди сотых долей. Если нужно обозначить целое число с десятичной дробью, то запятую в числе заменяют буквой, например: 4,7 кОм — 4К7, 2,7 МОм — 2М7 и т. д.

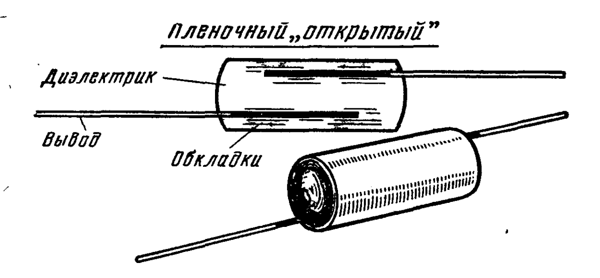
Допустимое отклонение от номинального сопротивления постоянного резистора кодируют буквой, располагаемой за последней цифрой, указывающей номинальное сопротивление. Принято обозначать: ±0,1%—Ж, ±0,2%—У, ±0,5%—Д, ±1%—Р, ±2%—Л, ±5%—И, ±10%—С, ±20%—В, ±30%—Ф. Тогда резистор сопротивлением 4,7 кОм±10% будет маркирован как 4К7С.

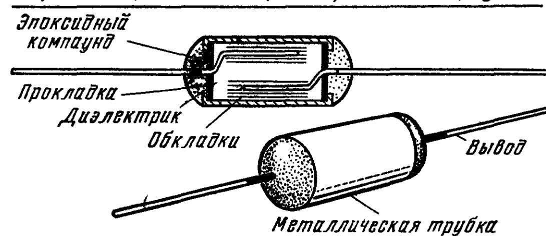
Номинальную мощность рассеяния на малогабаритных резисторах не обозначают. Ее определяют по габаритам резистора.

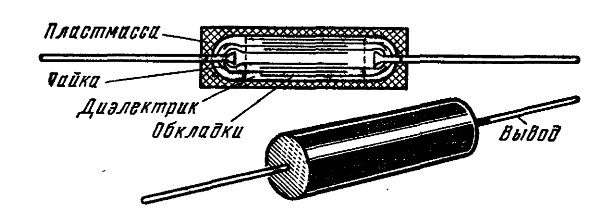
Наименование типов резисторов последних выпусков начинается буквой С, после которой следует цифра, характеризующая токопроводящий слой резистора: 1 — пленочный углеродистый или бороуглеродистый, 2 — металлопленочный или металлоокисный, 3 — пленочный композиционный, 4 — объемный, 5 — проволочный. После цифры ставят черточку (дефис) и порядковый номер конструктивного варианта резистора. Пример полной маркировки резистора: С2-14 4К7С.

Примеры расшифровки обозначений некоторых постоянных резисторов: УЛМ — углеродистые лакированные малогабаритные; МЛТ — металлизированные или металлопленочные лакированные теплостойкие; С2-11 — металлопленочные; С5-22 — постоянные микропроволочные теплостойкие.

В маркировку переменных резисторов новых типов введено цифровое обозначение, характеризующее токопроводящий слой и конструкцию: 3 — непроволочный, пленочный, композиционный; 4—непроволочный, объемный, композиционный; 5 — проволочный. Далее через черточку (дефис) указывается порядковый номер варианта конструктивного исполнения переменного резистора. Полная маркировка переменного резистора СПЗ-10б-0,5-А-М47±20% ОС-5-60







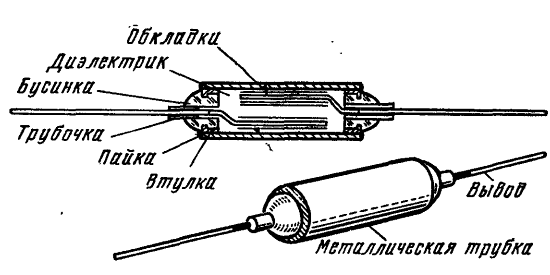


Рис. 11. Устройство бумажных и пленочных

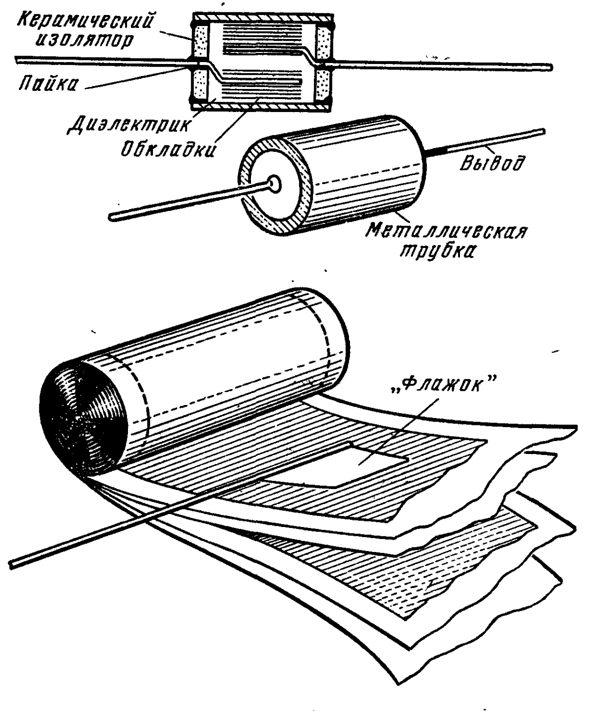
может быть расшифрована так: резистор переменный, непроволочный, пленочный, вариант исполнения 10б, номинальной мощностью 0,5 Вт, с линейной зависимостью изменения сопротивления от угла поворота оси, номинальным сопротивлением 470 кОм, третьего класса точности, конец оси имеет срез для крепления ручки управления, длина выступающего конца оси 60 мм.

Для сдвоенного резистора после обозначения типа и конструкции исполнения резистора следует дробное обозначение остальных данных обоих резисторов.

Резистор одного типа можно заменить резистором любого другого типа, если номинальное сопротивление резисторов одинаковое, рассеиваемая мощность заменяющего резистора не менее, чем у заменяемого, а класс точности — не ниже.

Терморезисторы представляют собой проволочные или полупроводниковые объемные резисторы у которых активное сопротивление изменяется при колебаниях температуры.

Токонесущим элементом проволочных терморезисторов служит провод диаметром от 0,04 до 0,09 мм из меди, платины и других металлов. Такие терморезисторы имеют высокую стабильность характеристик, но изменение их сопротивления под действием температуры невелико. Полупроводниковые терморезисторы весьма значительно изменяют свое сопротивление при изменении температуры,



конденсаторов.

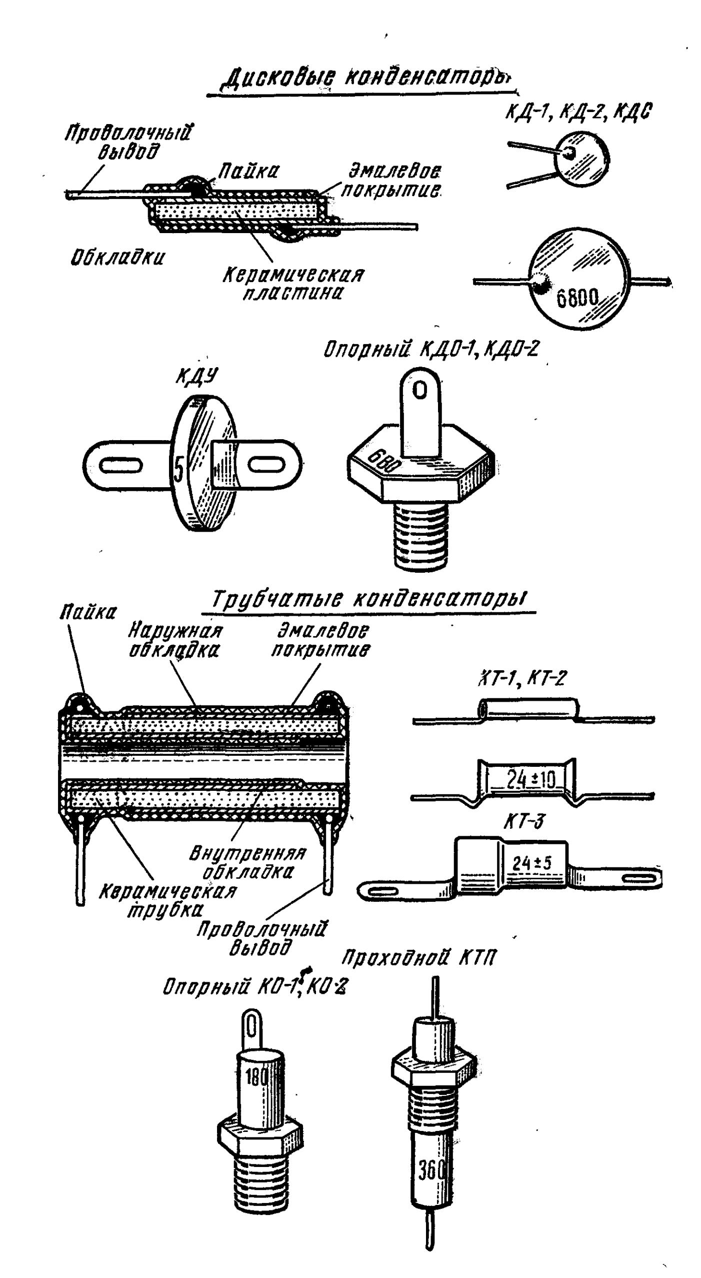


Рис. 12. Устройство керамических

имеют малые габариты. Номинальное сопротивление терморезистора может быть от нескольких ом до десятков мегаом.

Терморезисторы, у которых активное сопротивление уменьшается при увеличении температуры, называют терморезисторами с отрицательным температурным коэффициентом сопротивления (ТКС). Терморезисторы с положительным ТКС называют позисторами.

Терморезисторы широко используют в приборах для измерения температуры, автоматического управления, стабилизации небольших напряжений и т. д.

В зависимости от материала полупроводника и внешнего оформления терморезисторы бывают медно-марганцевые (ММТ и СТ2), кобальто-марганцевые (КМТ и СТ1), медно-кобальто-марганцевые (СТ3). Терморезисторы этих типов наиболее широко применяются в радиоаппаратуре. Конструктивное исполнение терморезисторов разнообразно. Они могут быть выполнены в виде стержня, диска, шайбы, пластинки, бусинки разных размеров.

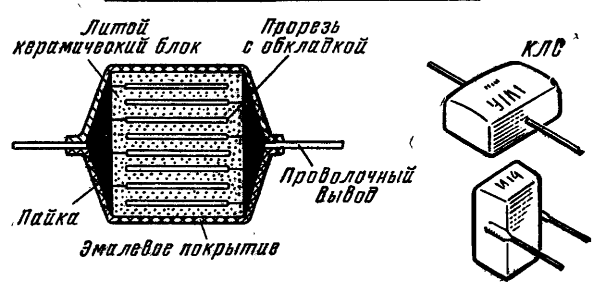
Медно-марганцевые терморезисторы могут быть типов ММТ-1—ММТ-13, кобальто-марганцевые — КМТ-1—КМТ-17, медно-кобальто-марганцевые — СТ1-17 — СТ3-27.

Конденсаторы. Конденсаторы подразделяют на две группы: постоянной и переменной емкости. Ко второй группе относят подстроечные конденсаторы.

В зависимости от материала примененного диэлектрика различают конденсаторы слюдяные, бумажные, электролитические, воздушные, керамические, пленочные, стеклоэмалевые, металлобумажные. Устройство некоторых из них показано на рис. 11 и 12.

Основные характеристики конденсаторов: номинальная емкость, класс точности и номинальное (рабочее) напряжение. Номинальную емкость конденсатора маркируют на корпусе. Фактическая его емкость может отличаться от номинальной. Поэтому допустимое отклонение емкости от номинальной величины определяет класс точности конденсатора. Это отклонение выражают в процентах и проставляют на корпусе конденсатора. Под номинальным напряжением следует понимать такое напряжение постоянного тока, при котором конденсатор работает длительное время, не изменяя своих характеристик. Превышение номинального напряжеиия ведет к сокращению срока службы конденсаторов и даже к пробою диэлектрика.

Кроме номинальной емкости, класса точности, номинального на-



конденсаторов.

пряжения на корпусе конденсатора иногда указывают его тип, испытательное напряжение, завод-изготовитель. Пример полной маркировки: ВЗР КСО-2 4700 пФ±10% $U_{ном}$500 В $U_{исп}$1500 В. Здесь ВЗР — завод-изготовитель, КСО-2 — тип конденсатора, 4700 пФ± ±10% — номинальная емкость и класс точности, $U_{ном}$ 500 В и $U_{исп}$ 1500 В — номинальное и испытательное напряжение.

На малогабаритных конденсаторах обозначают номинальную емкость и класс точности, иногда номинальное напряжение. На миниатюрных конденсаторах и эти обозначения не умещаются, поэтому разработана новая кодовая система маркировки.

Новая система сокращенных обозначений состоит из четырех буквенно-цифровых индексов, характеризующих тип и назначение конденсатора, кодированного обозначения номинальной емкости и допустимого отклонения ее от номиального значений. На некоторых миниатюрных конденсаторах маркируют только кодированное обозначеиие емкости и допустимое отклонение емкости от номинального значения.

Буквенно-цифровой индекс типа и назначения для конденсаторов постоянной емкости состоит из следующих обозначений: 1-й индекс К — конденсатор постоянной емкости; 2-й индекс — группа конденсаторов по виду диэлектрика, например: 10 — керамические на номинальное напряжение ниже 1600 В; 31 — слюдяиые малой мощности, 40 — бумажные на номинальное напряжение ниже 1600 В с фольговыми обкладками, 42 — бумажные с металлизированными обкладками, 50 — электролитические алюминиевые, 53 — оксиднополупроводниковые, 60 — воздушиые; 3-й индекс — назначение: П — для работы в цепях постоянного и переменного токов, Ч — для работы в цепях переменного тока, У — для работы в цепях постоянного и переменного токов и в импульсных режимах, не обозначаются — для работы в цепях постоянного и пульсирующего токов; 4-й индекс — порядковый номер исполнения (вариант исполнения конденсаторов одной группы по виду диэлектрика). Пример обозначения: К10П-1 — конденсатор постоянной емкости, керамический, на номинальное напряжение ниже 1600 В, предназначенный для работы в цепях постоянного и переменного токов; К50-6 — конденсатор электролитический алюминиевый для печатного монтажа.

Для конденсаторов переменной емкости и подстроечных буквенно-цифровой индекс содержит: 1-й индекс — КТ — конденсатор подстроечный, КП — конденсатор переменный; 2-й индекс — 1—вакуумные, 2— воздушные, 3 — с газообразным диэлектриком, 4 — с твердым диэлектриком, 5 — с жидким диэлектриком; 3-й индекс — порядковый номер исполнения (вариант исполнения конденсаторов одной группы по виду диэлектрика). Пример обозначения: КТ2-1 — конденсатор подстроечный с воздушным диэлектриком.

Кодированное обозначение основных параметров конденсатора состоит из цифр, указывающих номинальную емкость, буквы, обозначающей единицу измерения емкости, и буквы, характеризующей допустимое отклонение емкости от номинальной величины. Если номинальная емкость выражается целым числом, то букву, обозначающую единицу измерения, ставят после этого числа. Если номинальная емкость выражается десятичной дробью меньше единицы, то нуль целых и запятую из маркировки исключают и буквенное обозначение единицы измерения располагается перед числом. Емкости до 100 пФ выражают в пикофарадах и обозначают буквой П; от 100 пФ до 9100 пФ выражают в долях нанофарады, а от 0,01 до

0,091 мкФ — в нанофарадах, для обозначения применяя букву Н; от 0,1 мкФ и выше выражают в микрофарадах и обозначают буквой М. Например, емкость 9,1 пФ обозначают как 9П1, 22 пФ — 22П, 150 пФ — Н15, 1800 пФ — 1Н8, 0,01 мкФ — 10Н, 0,15 мкФ — М15, 50 мкФ—50М.

При такой системе кодирования допустимое отклонение емкости от номинального значения ±0,1% обозначают Ж, что соответствует классу точности 0,1; ±0,2%—У—02; ±0,5%—Д—05; ±1% Р—00; ±2%—Л—0; ±5%—И—I; ±10%—С—II; ±20%—В—III; ±30%—Ф — вне класса: от +50 до —10%—Э; от +50 до —20%—Б; от +80 до —20%—А; +100%—Я; от +100 до —100%—Ю; ±0,4 пФ—Х.

Пример полного обозначения маркировки конденсатора: К10П-19П1Ж — конденсатор керамический, на номинальное напряжение ниже 1600 В, предназначен для работы в цепях постоянного и переменного токов, первый вариант исполнения, номинальная емкость 9,1 пФ, допустимое отклонение от номинальной емкости ±0,1%.

Электролитические конденсаторы (рис. 13), пригодные только для работы в цепях постоянного и пульсирующего токов, подразделяются на высоковольтные — с номинальным напряжением 250—

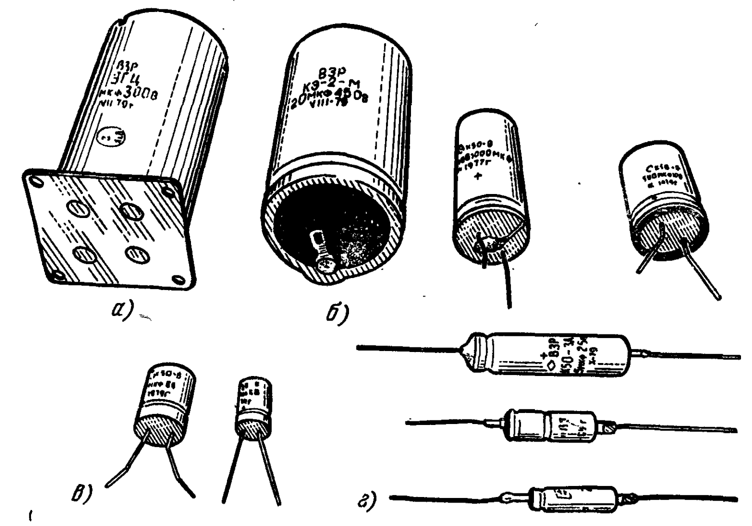


Рис. 13. Внешний вид электролитических конденсаторов.
а — ЭГЦ; *б* — КЭ-2-М; *в* — К50-6; *г* — К50-3.

450 В и низковольтные — с номинальным напряжением 3—60 В. По интервалу рабочих температур электролитические конденсаторы делятся на четыре группы: Н — неморозостойкие, рабочая температура от —10 до +60° С; М — морозостойкие, от —40 до +60° С; ПМ — повышенной морозостойкости, от —50 до +60° С; ОМ — особо морозостойкие, от —60 до +60° С.

Замену конденсаторов производят с учетом их номинальной емкости и номинального напряжения, которое должно быть не менее указанного на принципиальной схеме.

Конденсаторы переменной емкости, используемые для настройки колебательных контуров в радиоаппаратуре, могут быть с воздушным и твердым диэлектриком. На рис. 14 показаны некоторые типы конденсаторов переменной емкости и подстроечных конденсаторов.

Полупроводниковые приборы. Из всего разнообразия полупроводниковых приборов радиолюбители наиболее широко используют в своих конструкциях диоды и транзисторы.

Диоды обладают свойством односторонней проводимости, т. е. пропускают электрический ток в основном только в одном направ-

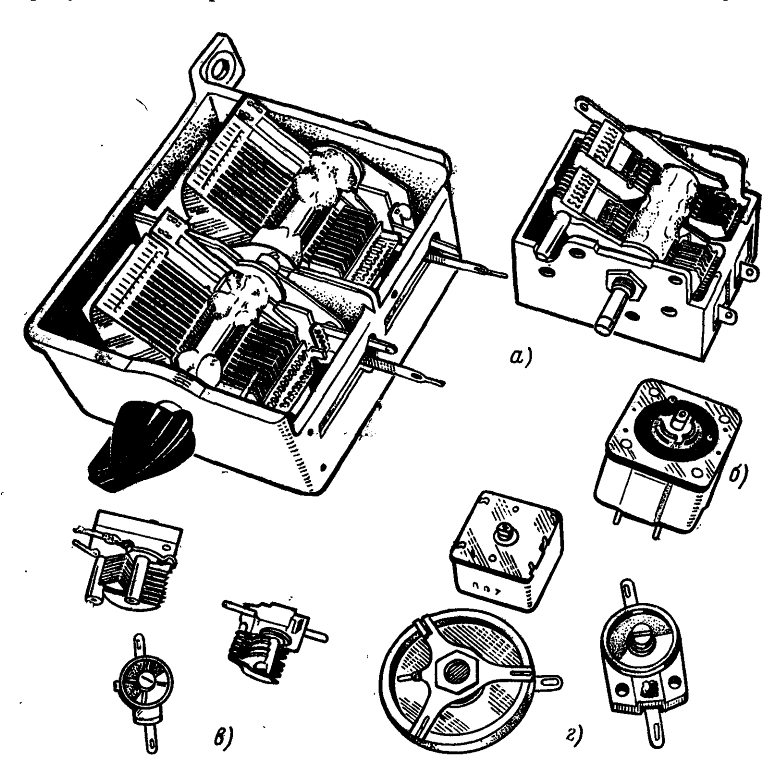


Рис. 14. Внешний вид переменных и подстроечных конденсаторов.
а — с воздушным диэлектриком; *б* — с твердым диэлектриком; *в* — подстроечный с воздушным диэлектриком; *г* — керамические.

лении и почти не пропускают ток в другом. Это основное свойство диодов используется для выпрямления переменного тока (преобразования его в ток одного направления) и детектирования модулированных колебаний высокой частоты. Для детектирования высокочастотных сигналов применяют точечные диоды, для выпрямления переменного тока — плоскостные.

Ранее разработанные диоды имели обозначения, состоящие из трех элементов: первый элемент — буква Д (диод); второй элемент — число, указывающее исходный материал и назначение прибора (точечные германиевые — от 1 до 100, кремниевые — от 101 до 200, плоскостные кремниевые — от 201 до 300, германиевые — от 301 до 400, стабилитроны кремниевые — от 801 до 900); третий элемент — буква, указывающая разновидность диода внутри данной группы. Например: Д9В — диод германиевый точечный для детектирования разновидности В.

В соответствии с ГОСТ 10862-64 полупроводниковым диодам присваивают обозначения из четырех элементов. Первый элемент — буква или цифра — обозначает исходный материал: Г или 1 — германий, К или 2 — кремний, А или 3 — арсенид галлия. Диодам, которые могут работать при повышенной температуре, присваивается цифровой элемент. Второй элемент — буква, указывающая на тип диода: Д — выпрямительный, универсальный, импульсные диоды, Ц — выпрямительные столбы и блоки, А — сверхвысокочастотные диоды, С — стабилитроны, И — туннельные диоды, В — варикапы, Ф — фотодиоды, Н — неуправляемые многослойные переключающие диоды, У — управляемые многослойные переключающие диоды. Третий элемент — число, характеризующее назначение или электрические свойства диода: выпрямительные диоды 101—399, варикапы 101—999, сверхвысокочастотные диоды разные 101—699, стабилитроны 101—999, туннельные диоды 101—399, фотодиоды 101—199, выпрямительные столбы 101—299, выпрямительные блоки 301—599. Четвертый элемент — буква, указывающая на разновидность типа из данной группы приборов. Для полупроводниковых диодов, не имеющих разновидности, этот элемент отсутствует. Например: КД202Б — диод кремниевый для выпрямления переменного тока в системе электропитания приемников, телевизоров и другой аппаратуры, разновидности Б.

Начиная с 1973 г. вновь разрабатываемым приборам присваиваются обозначения в соответствии с ГОСТ 10862-72. Этот ГОСТ отличается от предыдущего более широкими возможностями в обозначении второго и третьего элементов приборов.

Стабилитроном (стабилизатором напряжения) называют полупроводниковый диод, предназначенный для стабилизации (поддержания) уровня напряжения при изменении величины протекающего через него тока. Важнейшими характеристиками стабилитрона являются: напряжение стабилизации и максимальный ток стабилизации. Наиболее широко распространены стабилитроны Д808—Д818 и КС133—КС680 с различными буквенными индексами. Каждый стабилитрон предназначен для стабилизации определенного напряжения при максимальной величине тока. Применяют стабилитроны в источниках питания, например в стабилизированных выпрямителях, и в отдельных функциональных узлах, таких как гетеродин в преобразователе частоты, где требуется строго постоянное напряжение в течение всей работы устройства. Стабилитроны часто применяют для электронной настройки контуров вместо варикапов.

Транзисторы предназначены для усиления, генерирования, преобразования электрических колебаний различных частот. Важнейшими характеристиками (параметрами) транзистора являются: обратный ток коллектора $I_{КБО}$, статический коэффициент передачи тока $h_{21Э}$, максимальная мощность, рассеиваемая коллектором, $P_{Кмакс}$ и граничная частота усиления $f_{гр}$.

По частотным свойствам различают транзисторы низкочастотные, среднечастотные, высокочастотные, сверхвысокочастотные, а по мощности, рассеиваемой коллектором, — транзисторы малой, средней и большой мощности.

Транзисторы ранних выпусков имеют условные обозначения из двух или трех элементов. Первый элемент — букву П или МП (для транзисторов с унифицированным корпусом). Второй элемент — число, указывающее исходный материал и назначение транзистора: германиевые маломощные низкочастотные — от 1 до 100, кремниевые маломощные низкочастотные — от 101 до 200, германиевые мощные низкочастотные — от 201 до 300, кремниевые мощные низкочастотные — от 301 до 400, германиевые маломощные высокочастотные — от 401 до 500, кремниевые высокочастотные маломощные — от 501 до 600, германиевые высокочастотные мощные — от 601 до 700, кремниевые высокочастотные мощные — от 701 до 800. Третий элемент — буква, указывающая разновидность транзистора.

В соответствии с ГОСТ 10862-64 обозначения транзисторов состоят из четырех элементов. Первый элемент — буква или цифра, обозначающая исходный материал: Г или 1 — германий, К или 2 — кремний, А или 3 — арсенид галлия. Второй элемент — буква Т (транзистор). Третий элемент — число, указывающее назначение или электрические свойства транзистора: маломощные низкочастотные — от 101 до 199, маломощные среднечастотные — от 201 до 299, маломощные высокочастотные — от 301 до 399, низкочастотные средней мощности — от 401 до 499, среднечастотные средней мощности — от 501 до 599 высокочастотные средней мощности — от 601 до 699, низкочастотные большой мощности — от 701 до 799, среднечастотные большой мощности — от 801 до 899, высокочастотные большой мощности — от 901 до 999. Четвертый элемент — буква (А, Б, В и т. д.), указывающая классификационную группу данной разработки транзистора.

Пример маркировки: ГТ109Д — германиевый маломощный низкочастотный транзистор, разновидность Д.

Для транзисторов в ГОСТ 10862-72 введено обозначение полевых транзисторов — буква П. Например: КП103И — кремниевый полевой транзистор, низкочастотный, разновидность И.

Иногда радиолюбители пытаются определять структуру транзистора путем измерения его параметров сначала как транзистора структуры *p-n-p*, затем как структуры *n-p-n*. Такая проверка недопустима, так как, во-первых, транзистор может оказаться с пробитыми *p-n*-переходами, а во-вторых, можно повредить измерительный прибор. Для исключения подобных случаев приводим перечень наиболее часто применяемых радиолюбителем транзисторов с указанием их структуры.

Транзисторы малой мощности низкочастотные: структуры *p-n-p* — ГТ108, ГТ109, ГТ115, МП20, МП21, МП25, МП39, МП40—МП42, МП114—МП116, МП27, МП28, структуры *n-p-n* — МП35—МП38, МП111—МП113.

Транзисторы малой мощности высокочастотные и сверхвысокочастотные: структуры *p-n-p*—ГТ308—ГТ310, ГТ313, ГТ322, П401—П403, П416, П422, П423; структуры *n-p-n* — ГТ311, ГТ323, КТ312, КТ315, КТ319.

Транзисторы средней мощности низкочастотные: структуры *p-n-p* — ГТ402, ГТ403; структуры *n-p-n* — ГТ404.

Транзисторы средней мощности среднечастотные: структуры *p-n-p*— П601, П602, П605, П606; высокочастотные: структуры *p-n-p*— КТ607, П607—П609, структуры *n-p-n*—КТ601—КТ606, КТ608, КТ907.

Транзисторы большой мощности: низкочастотные структуры *p-n-p*—ГТ701, ГТ703, П210, П213—П217; среднечастотные структуры *p-n-p* — ГТ806, структуры *n-p-n* — КТ801 — КТ803, КТ805, КТ807, П701.

Буквенный индекс транзистора не связан с его структурой. Цоколевка транзисторов, наиболее широко используемых радиолюбителями, приведена на рис. 15.

Катушки, дроссели, трансформаторы. В радиолюбительской аппаратуре, как и в промышленной, широко используются различные катушки, дроссели, трансформаторы. Они могут быть низкочастотными (работающими в цепях переменного тока частотой меньше

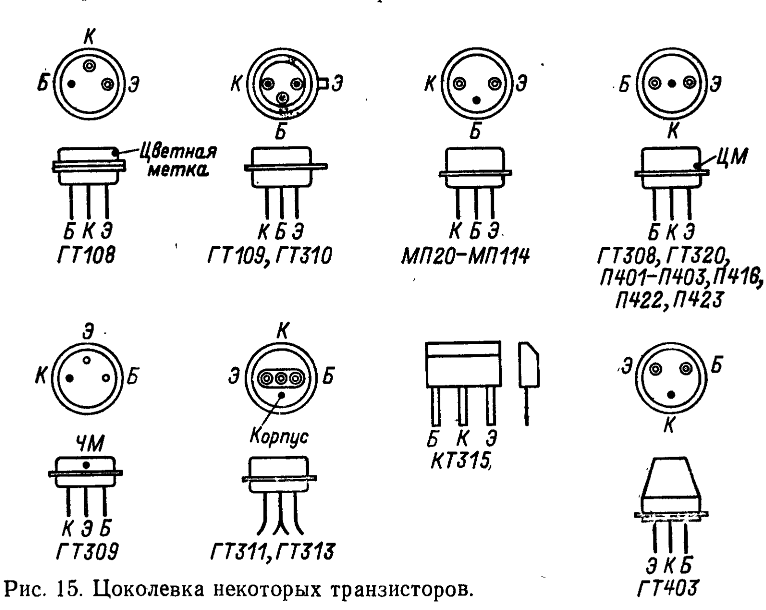


Рис. 15. Цоколевка некоторых транзисторов.

20 кГц) и высокочастотными (работающими в цепях переменного тока частотой более 20 кГц).

Катушки могут быть с постоянной и переменной индуктивностью. Переменная индуктивность высокочастотных катушек достигается изменением ее числа витков перемещением подстроечного сердечника, изменением расположения двух катушек, соединенных последовательно, относительно друг друга. Изменение числа витков может осуществляться переключением выводов катушек, контактом, скользящим по ее виткам. Подстроечный сердечник из магнитодиэлектрика может изменять индуктивность катушки в достаточно широких пределах. Изменение индуктивности взаимным расположением катушек осуществляется устройством, называемым вариометром.

Основные параметры, характеризующие катушку: индуктивность, добротность, собственная емкость. Индуктивность катушки зависит от числа витков и диаметра ее каркаса. Добротность катушки непосредственно связана с резонансными свойствами колебательного контура, в котором она используется, и зависит в основном от сопротивления обмотки и качества каркаса.

Собственная емкость катушки слагается из емкости, сосредоточенной между ее витками, и емкости по отношению к экрану или шасси устройства. Ее величина определяется конструкцией катушки, видом намотки, способом экранирования и т. д. Собственная емкость катушки снижает действующую индуктивность и добротность катушки.

Низкочастотные катушки, в том числе низкочастотные дроссели, содержат сравнительно большое число витков и имеют магнитопроводы из магнитомягких материалов, как например, сталь ХВП (Холоднокатаная сталь Высокой Проницаемости), пермаллой. Магнитопроводы собираются из отдельных пластин, изолированных друг от друга лаком, окисью или бумагой. Наматывают катушки обмоточным проводом различных марок на каркас из фибры, электрокартона, гетинакса. Такие катушки применяют в качестве дросселей фильтров выпрямителей, нагрузок каскадов низкочастотных (НЧ) усилителей.

Трансформаторы НЧ, магнитопроводы которых аналогичны магнитопроводам низкочасточных катушек, имеют несколько обмоток, изолированных одна от другой. Трансформаторы НЧ бывают входные, выходные (для согласования выходного каскада УНЧ с головкой динамической прямого излучения) и т. д.

Высокочастотные катушки содержат сравнительно небольшое число витков обмоточного провода. Их основанием служит круглый (цилиндрический) или ребристый каркас, внутри которого может быть сердечник из магнитодиэлектрика или латуни, а снаружи — экран (из меди, латуни, алюминия, пермаллоя, стали), защищающий катушку от воздействия внешних электрических и магнитных полей. Обмотку катушки обычно пропитывают электроизоляционным лаком для скрепления витков и влагостойкости.

Катушки контуров УКВ диапазона чаще бывают бескаркасными. Их наматывают сравнительно толстым или трубчатым проводом. Форма катушки сохраняется за счет жесткости провода. Материалом для каркаса таких катушек могут служить специальные сорта бумаги (например, пропиточная намоточная), керамика, полистирол, фторопласт, пластмасса. Внешний вид некоторых конструкций высокочастотных катушек показан на рис. 16.

Обмотка высокочастотной катушки может быть однослойная или многослойная. При однослойной намотке витки провода укладывают на каркасе в один слой несколькими способами (рис. 17). Один из них — когда витки провода укладывают на каркасе «вплотную», т. е. виток к витку. При другом способе витки укладывают на каркасе сначала вплотную, а затем между витками делают постепенно увеличивающееся расстояние, превышающее в конце катушки несколько диаметров провода. Такую намотку называют «прогрессивной» или «вразрядку». Способ намотки, при котором по всей длине обмотки между витками сохраняется определенное расстояние, называют «принудительной». Расстояние между соседними витками называется шагом намотки.

Многослойные катушки также можно намотать несколькими способами. Среди радиолюбителей наиболее распространен способ

намотки «внавал». Провод наматывают на каркас в беспорядке в несколько слоев. Если катушка односекционная, то на каркас надевают картонные шайбы (щечки), чтобы обмотка не рассыпалась. Расстояние между щечками может быть 15—20 мм.

Детали из магнитных материалов. Магнитные материалы делят на три группы: магнитотвердые, магнитомягкие и специального назначения. К магнитотвердым относят такие материалы, которые, будучи однажды намагничены, сохраняют магнитные свойства дли-

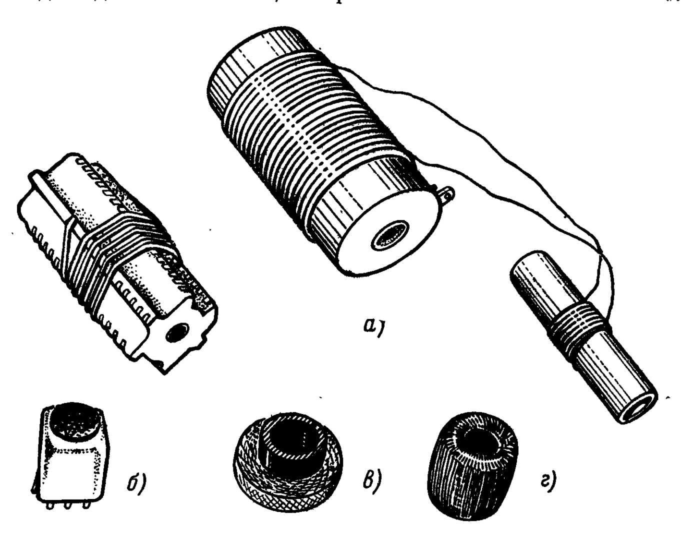


Рис. 16. Катушки.
а — однослойные; *б* — экранированная; *в* — многослойная; *г* — тороидальная.



Рис. 17. Способы намотки однослойных катушек.

тельное время. Магнитомягкие материалы не сохраняют магнитных свойств после намагничивания. Из магнитотвердых материалов изготовляют постоянные магниты для головок громкоговорителей, измерительных приборов, телефонов и др. Магнитомягкие материалы,

предназначенные для работы в переменных магнитных полях, отличаются высокой магнитной проницаемостью. Они делятся на две группы: магнитомягкие низкочастотные и магнитомягкие высокочастотные. Из магнитомягких низкочастотных материалов делают магнитопроводы низкочастотных трансформаторов и дросселей, экраны постоянных магнитов, мембраны телефонов.

Магнитомягкие высокочастотные материалы, называемые магнитодиэлектриками, представляют собой порошок магнитного материала, например карбонильного железа, альсифера, тщательно перемешанный с высокочастотным диэлектриком, так чтобы зерна магнитного материала были изолированы друг от друга. Связующим веществом зерен магнитного материала служат бакелитовая смола, стеклоэмали, полистирол и др.

Наиболее широко применяемые магнитомягкие низкочастотные материалы — это электротехническая сталь и пермаллой. Электротехническая сталь, содержащая кремний, очень твердая, при изгибе хрустит и дает трещину с рваными краями. Из нее изготовляют пла-

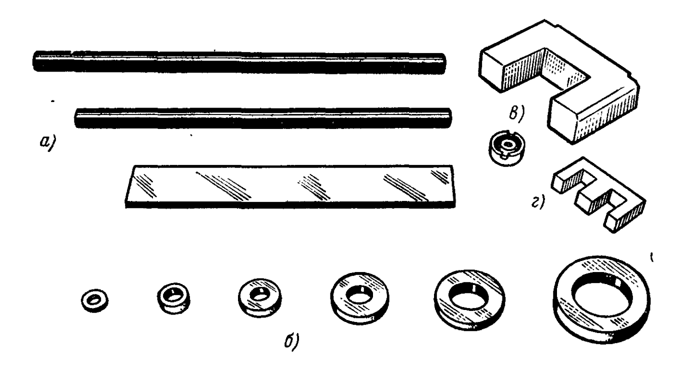


Рис. 18. Изделия из феррита.

а — стержни антенн; б — кольца; в — броневой сердечник; г — магнитопроводы трансформаторов.

стины магнитопроводов низкочастотных трансформаторов и дросселей, магнитопроводы быстродействующих реле и т. д.

Пермаллой, обладающий большой магнитной проницаемостью, — это сплав никеля и железа. Из него изготовляют пластины магнитопроводов малогабаритных трансформаторов, магнитные экраны головок магнитофонов и т. д. По деталям из пермаллоя нельзя ударять, сильно их стягивать, так как это ухудшает их магнитные свойства. Работает пермаллой в слабых магнитных полях.

Из магнитомягких высокочастотных материалов наиболее широкое применение получили карбонильное железо и феррит.

Карбонильное железо — это магнитодиэлектрик, получаемый путем прессования порошка карбонильного железа с полистиролом или бакелитовой смолой. Из него изготовляют цилиндрические и броневые сердечники высокочастотных катушек.

Ферриты — магнитные материалы керамического типа, получаемые из окислов железа, никеля, цинка, кадмия, марганца и др. Они

твердые, хрупкие, обрабатываются только шлифованием. Прессуют ферриты при температуре около 1200° С.

Из ферритов изготовляют стержни для магнитных антенн (рис. 18), сердечники высококачественных катушек, магнитопроводы трансформаторов строчной развертки телевизоров и др. Различные типы ферритов работают на частотах до 100 МГц.

Условное обозначение ферритов: первые цифры обозначают номинальную магнитную проницаемость. Следующие за цифрами буквы обозначают: ВЧ — высокочастотный феррит на рабочую частоту выше 2,5 МГц, НМ — низкочастотный марганец-цинковый феррит на рабочую частоту порядка 100 кГц, НН — низкочастотный никель-цинковый или литий-цинковый феррит на рабочую частоту до нескольких мегагерц в зависимости от магнитной проницаемости. После букв может стоять цифра, показывающая особенности материала, например: 600НН, 13ВЧ1, 2000НМ2 и т. д. С буквами СЧ выпускают специальные сорта ферритов для работы в диапазоне сверхвысоких частот (СВЧ).

Наиболее широко распространены ферриты марок 2000НН, 1000НН, 600НН, 400НН, 200НН, предназначенные для работы в слабых магнитных полях в диапазоне частот до нескольких мегагерц. Из них делают стержни магнитных антенн, тороидальные (кольцевые), цилиндрические и броневые сердечники для высококачественных катушек индуктивности.

Стержень магнитной антенны или кольцо из феррита одной марки можно заменить на такой же феррит другой марки. При этом надо учитывать, что с повышением рабочей частоты характеристики ферритов ухудшаются. Чем выше частота, тем феррит должен иметь меньшую магнитную проницаемость. Так, феррит марки 600НН хорошо работает на частотах до 1,5—2 МГц, феррит марки 400НН — до 3—5 МГц, 200НН — до 7—10 МГц.

Феррит марки 2000НН можно заменить ферритом марки 1000НН, дающим несколько лучшие результаты, соответственно изменив число витков для сохранения той же индуктивности катушки. Замена ферритов с меньшей магнитной проницаемостью на большую не рекомендуется.

Существенным недостатком ферритов является их относительно высокая нестабильность параметров, изменяющихся от времени и температуры. От этого у приемников, например, ухудшается чувствительность. Поэтому аппаратуру, имеющую катушки с ферритовыми сердечниками, периодически подстраивают по приборам. Чем меньше магнитная проницаемость феррита, тем более стабильны его параметры.

Головки динамические прямого излучения, головные телефоны. Головки динамические прямого излучения, часто называемые для краткости просто головками, и головные телефоны являются преобразователями низкочастотного электрического сигнала в звуковые колебания.

В качестве выходных элементов своих первых конструкций начинающие радиолюбители используют низкоомные головные телефоны ТОН-2, от слухового аппарата «Кристалл», телефон ТМ-2, телефонный капсюль ДЭМ-4М, маломощные головки динамические прямого излучения 0,05ГД-1, 0,1ГД-6, 0,1ГД-12, 0,15ГД-1, 0,25ГД-1, 0,25ГД-10, 0,5ГД-12, 0,5ГД-17 (рис. 19) и другие со звуковыми катушками сопротивлением постоянному току 6—8 Ом. Первые цифры в обозначении головки характеризуют ее номинальную мощность в ваттах.

Динамическую головку включают в выходную цепь приемника или усилителя НЧ через выходной трансформатор, согласующий малое сопротивление звуковой катушки с большим сопротивлением нагрузки выходного каскада. Без трансформатора головка работает очень тихо. К бестрансформаторному выходному каскаду головку подключают через электролитический конденсатор большой емкости.

Сопротивление катушек головных телефонов достаточно большое, высокоомных телефонов ТОН-1, например, 4400 Ом — по 2200 Ом у каждого. Чем больше сопротивление катушек головного телефона, тем выше его чувствительность, тем более слабые колебания электрического тока он может воспроизвести. Поэтому-то

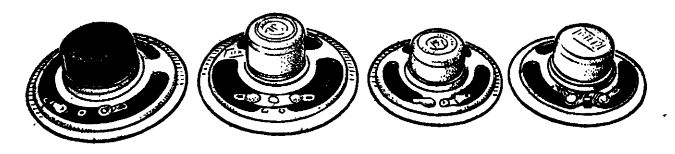


Рис. 19. Малогабаритные головки динамические прямого излучения.

высокоомные головные телефоны и применяют для детекторных приемников.

Оптимальной нагрузкой выходной цепи однотранзисторного усилителя НЧ, например для детекторного приемника, считают сопротивление 50—100 Ом. Поэтому в эту цепь можно включить головные телефоны любого типа с катушками сопротивлением от 60—80 Ом, например низкоомные телефоны ТОН-2 или капсюль ДЭМ-4М.

Источники питания. Для питания своих конструкций радиолюбители используют элементы, аккумуляторы, батареи, составленные из них, и электроосветительную сеть. Для питания аппаратуры от электросети переменного тока применяют выпрямители.

Гальванические элементы являются химическими источниками тока первичного действия — в них химическая энергия преобразуется в электрическую. По израсходовании запасенной энергии гальванические элементы приходят в негодность и в дальнейшем не используются.

Аккумуляторы относятся к химическим источникам тока вторичного действия. Для приведения в работоспособное состояние их заряжают от источника постоянного тока. Аккумуляторы используют многократно.

Для получения нужного напряжения или емкости гальванические элементы или аккумуляторы соединяют в батареи. При последовательном соединении увеличивается напряжение, а при параллельном — емкость батареи.

Чаще всего для питания транзисторной аппаратуры радиолюбители используют гальванические элементы 332, 343, 373, батареи гальванических элементов 3336Л, «Крона», аккумуляторные батареи 7Д-0,1.

Для миниатюрных конструкций с низковольтным питанием часто используют аккумуляторы Д-0,06, Д-0,1, Д-0,25 (буква Д характеризует конструкцию аккумулятора — дисковый, а цифры — электрическую емкость в ампер-часах). Отличаются они только внешними

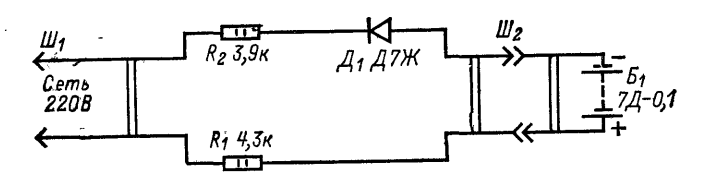


Рис. 20. Принципиальная схема зарядного устройства.

Рис. 21. Коммутирующие устройства.

а — тумблеры; *б* — переключатель галетный; *в* — переключатель ползунковый; *г* — переключатель кнопочный; *д* — переключатель малогабаритный; *е* — выключатель.

размерами: чем больше размер аккумулятора, тем больше его емкость. Диаметр аккумулятора Д-0,25 20 мм.

Напряжение заряженного аккумулятора равно 1,25 В. Он считается разряженным, если его напряжение снизилось до 0,8—1 В.. Разряженный аккумулятор заряжают, пропуская через него постоянный ток, примерно равный 1/10 части емкости, в течение 12—15 ч. При заряде аккумулятора его электроды соединяют с одноименными полюсами источника тока.

Аккумуляторную батарею 7Д-0,1 или аналогичную ей батарею, составленную из аккумуляторов Д-0,1, можно заряжать от сети через выпрямитель, принципиальная схема которого показана на рис. 20. Большая часть напряжения сети гасится резисторами R_1 и R_2. Выпрямленное диодом $Д_1$ напряжение, равное 9 В, через разъем $Ш_2$ поступает на электроды аккумуляторной батареи $Б_1$. В цепи течет ток 8—10 мА. Через 12—15 ч аккумуляторная батарея зарядится и может быть использована для питания аппаратуры.

При работе с зарядным устройством необходимо соблюдать правила техники безопасности! Для выполнения этих правил все детали зарядного устройства должны быть закрыты футляром. Прежде чем включить прибор в сеть, следует к нему подключить батарею

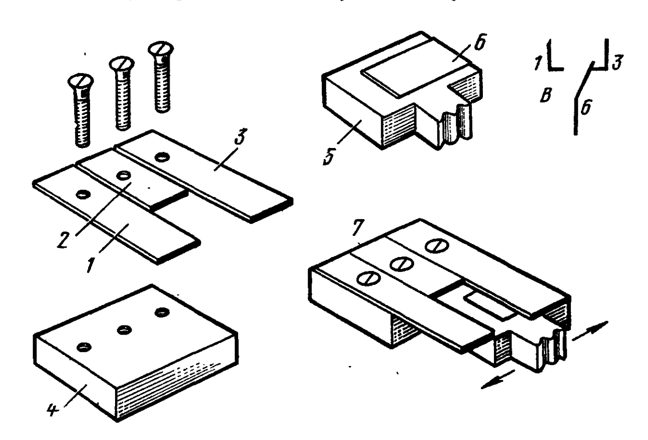


Рис. 22. Самодельный выключатель.

1—3 — контактные пластины; *4* — основание из диэлектрика; *5* — ползунок с контактной пластиной *6*; *7* — переключатель в сборе.

и только потом включить зарядное устройство в сеть. После зарядки сначала отключают зарядное устройство от сети, затем аккумуляторную батарею от него.

Для подключения к выпрямителю аккумуляторной батареи можно использовать контактную колодку от негодной батареи «Крона».

При напряжении сети 127 В резистор R_2 исключают из зарядного устройства.

Коммутирующие устройства. Коммутирующие устройства предназначены для переключения электрических цепей. К ним относят переключатели, выключатели, кнопки. Они имеют одну или несколь-

ко пар контактов и механическое устройство, с помощью которого эти контакты могут быть замкнуты или разомкнуты. В зависимости от способа действия механизма переключатели делятся на нажимные (кнопочные и клавишные), перекидные (тумблеры), галетные, кулачковые и др. По назначению же их подразделяют на высокочастотные, низкочастотные и переключатели для цепей постоянного тока.

Конструкции некоторых типов коммутирующих устройств изображены на рис. 21.

Иногда радиолюбители сами конструируют переключатели и выключатели для своих приемников. Один из таких переключателей, совмещенных с выключателем питания, изготовленный из гетинакса и ламелей от галетного переключателя приемника, показан на рис. 67.

Возможная конструкция простого переключателя, который может работать и как выключатель, предназначенного для малогабаритного (карманного) приемника, показана на рис. 22. Для основания и ползуна потребуется гетинакс, текстолит или пластмасса, для ламелей и замыкающего контакта — листовая латунь, медь, белая жесть, а лучше — контактные пружины электромагнитного реле. Размеры готового переключателя зависят от габаритов корпуса приемника.

Описания самодельных коммутирующих устройств публикуются в журналах «Радио», «Моделист-конструктор», «Юный техник».

РАДИОМОНТАЖНЫЕ РАБОТЫ

Радиолюбители используют в основном два метода монтажа: проволочный и печатный. При проволочном монтаже резисторы, конденсаторы и другие детали крепят к опорам, впрессованным в отверстия в плате, а все соединения между опорами выполняют голым или изолированным монтажным проводом. Детали располагают с одной стороны платы, а соединения между опорами — с другой.

При печатном монтаже роль токонесущих проводников выполняют полоски и площадки медной фольги на плате из изоляционного материала (гетинакса, стеклотекстолита и т. д.). Для изготовления печатной платы используют фольгированный (оклеенный медной фольгой) гетинакс, стеклотекстолит. На фольгу заготовки платы нужных размеров наносят рисунок печатных проводников. Свободные участки фольги удаляют протравливанием в растворе хлорного железа, электролитическим или механическим способом. Наиболее простой и доступный способ — вырезывание токонесущих проводников острым скальпелем по линейке.

Существенные недостатки печатного монтажа — сравнительная трудоемкость изготовления печатной платы, отклеивание фольги от изоляционной основы из-за перегрева при замене деталей.

Оба метода монтажа могут быть двух видов. Если детали располагают параллельно плоскости платы, т. е. они как бы лежат на плате (рис. 23), такой монтаж называют *плоским*. Монтаж же, при котором детали располагают перпендикулярно плоскости платы (рис. 24), называют вертикальным, уплотненным или *объемным*. При таком монтаже конструкция имеет меньшие размеры, она более трудоемкая.

Рис. 23. Монтаж проволочный плоский.

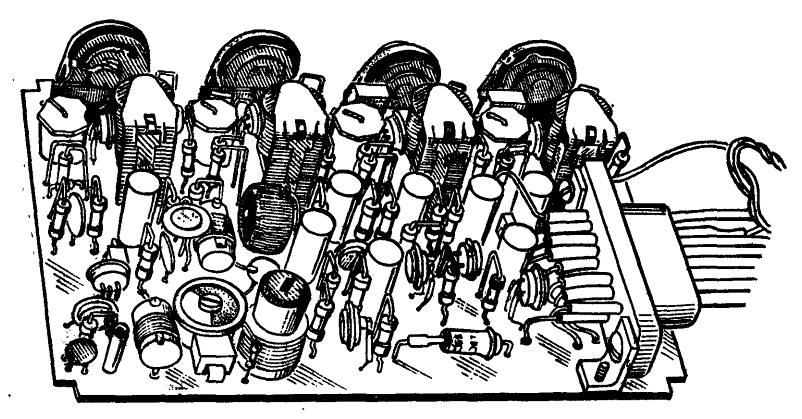


Рис. 24. Монтаж проволочный вертикальный.

Существует еще один метод монтажа — *модульный*. Заключается он в том, что конструируемое устройство расчленяют на самостоятельные функциональные узлы (каскады, группы каскадов и т. п.), которые монтируют на отдельных печатных платах (рис. 25). Затем печатные платы узлов (модули) собирают в виде этажерки (или нескольких этажерок) в законченную конструкцию. Соединение модулей между собой производится короткими отрезками мягкого монтажного провода. Модули налаживают по опреде-

ленным параметрам, что делает их взаимозаменяемыми. При малом числе деталей модуля легко производить их замену.

Для начинающего радиолюбителя наиболее доступным является плоский проволочный монтаж. Из гетинакса или другого листового изоляционного материала толщиной 1,5—2 мм заготовляют плату нужных размеров. В точках крепления деталей согласно схеме расположения устанавливают опоры, в качестве которых могут

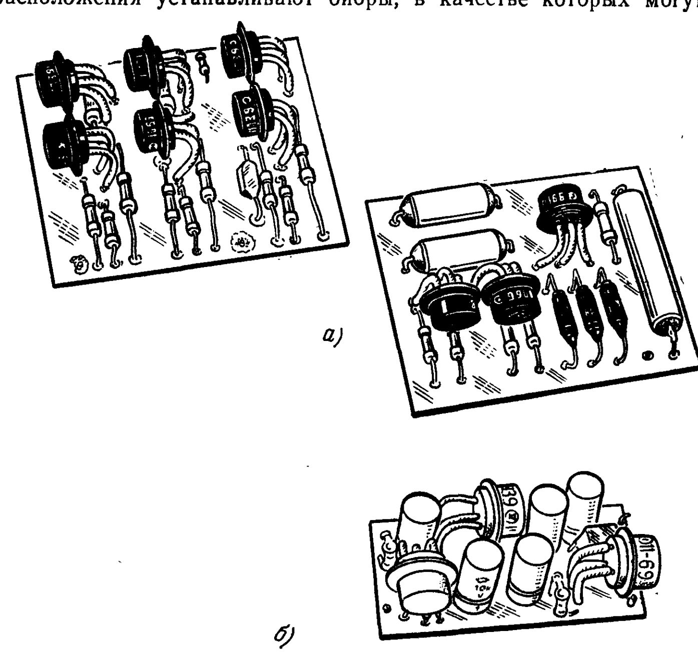


Рис. 25. Модули.
а — плоские; *б* — объемный.

служить пустотелые заклепки (пистоны), монтажные лепестки, проволочные стойки. Можно вести монтаж непосредственно выводами деталей, для чего в плате сверлят отверстия, через которые пропускают эти выводы и соединяют их с обратной стороны платы.

При выполнении монтажных работ следует придерживаться следующих правил:

1. Выводы резисторов и конденсаторов перед монтажом выпрямляют, залуживают, изгибают по определенной форме (формуют) и, если нужно, укорачивают. Проволочные выводы изгибают с радиусом не менее удвоенного диаметра таких выводов и не менее удвоенной толщины ленточных выводов на расстоянии не менее 2 мм от корпуса детали. При этом вывод у корпуса детали придерживают пинцетом или плоскогубцами, чтобы не отломить его (рис. 26). Изгиб выводов диодов и транзисторов производят с радиусом 1,5 мм на расстоянии не менее 3 мм от корпуса и обязатель-

ным придерживанием у корпуса пинцетом или плоскогубцами, чтобы не выкрошить стеклянные изоляторы (рис. 27).

2. Пайку проволочных или ленточных выводов резисторов и конденсаторов производят на расстоянии не менее 3 мм от корпуса при условии применения припоев ПОС-60 или более низкотемпературных и времени пайки не более 3 с. Пайку выводов диодов и транзисторов производят на расстоянии не менее 10 мм от корпуса и очень быстро, чтобы не нагреть внутренние соединения и детали припоем с

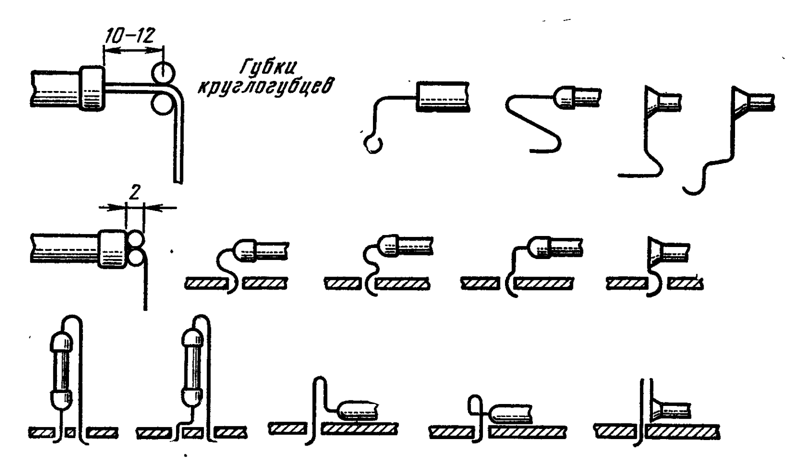


Рис. 26. Формовка выводов резисторов и конденсаторов.

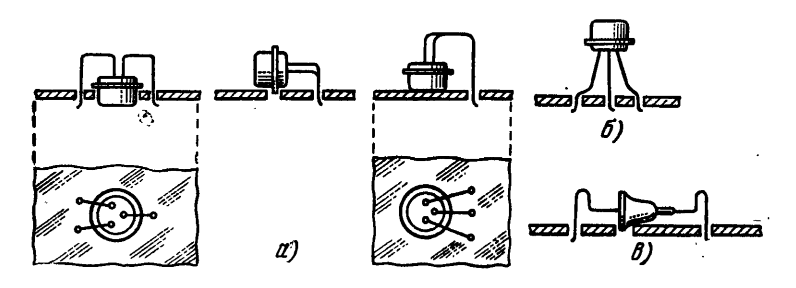


Рис. 27. Формовка выводов диодов и транзисторов.
а — с креплением корпуса транзистора клеем; *б* — без крепления; *в* — крепление диода.

температурой плавления не выше 150° С. Применение теплосъемника при этом обязательно.

3. Радиодетали монтируют на плате на расстоянии не менее 0,5 мм одна от другой. При этом на их корпусах надписи должны быть обращены в одну сторону и хорошо видны.

4. С концов заготовленного для монтажа провода снимают изоляцию на участке длиной 7—10 мм. При зачистке изоляции ножом необходимо следить за тем, чтобы не повредить токонесущую жилу во избежание ее излома. Для этого нож располагают по отношению к проводу под острым углом. Расстояние от места крепления луженой жилы провода до места среза изоляции должно быть не более 1,0—1,5 мм.

5. Проводники, соединяющие детали между собой, должны быть возможно короче.

6. К одному контактному лепестку или стойке следует подключать не более трех проводов, включая выводы радиодеталей.

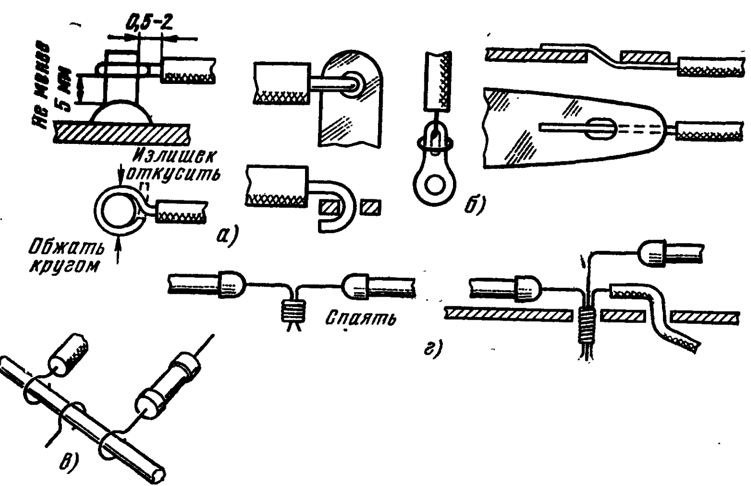


Рис. 28. Механическое крепление проводов и выводов деталей.

а — к стойке; *б* — к монтажному лепестку; *в* — к проволочной шине; *г* — выводами деталей.

7. На контактных лепестках механическое закрепление концов проводов и выводов радиодеталей осуществляют загибкой, скруткой или обжатием (рис. 28).

8. Диаметр токонесущих площадок печатной платы должен быть не менее 2,5 мм, а расстояние между двумя соседними площадками — не менее 1,0 мм.

9. Выводы деталей, диаметр которых не превышает 0,7 мм, пропускают через отверстие в плате и подгибают. Длина отогнутого конца вывода может быть 1—2 мм, остальную часть вывода обрезают.

10. Транзисторы и диоды крепят только за корпус.

11. При монтаже транзисторов вывод базового электрода включают первым и отключают последним.

12. Для обрезки выводов диодов и транзисторов не следует применять кусачки, так как механический удар передается внутрь корпуса и может повредить тонкие внутренние соединения. Для обрезки следует пользоваться ножницами, а выводы поддерживать плоскогубцами.

13. Замену транзисторов в конструкции производят только при отключенном питании.

14. Хорошее охлаждение транзисторов является гарантией надежной и стабильной работы аппаратуры.

15. Электростатический заряд, возникший на теле человека, стоящего на непроводящей поверхности пола, при прикосновении к транзистору может создать электрический импульс, достаточный для повреждения транзистора. Поэтому перед началом монтажа транзисторной аппаратуры человеку следует «разрядиться», прикоснувшись к заземлению.

16. Готовая монтажная плата должна быть очищена от канифоли, а проводники и детали аккуратно выправлены и уложены.

При размещении деталей на плате не надо забывать о паразитных связях между деталями. В связи с этим не рекомендуется прокладывать рядом и параллельно проводники входных и выходных цепей одного каскада, усилителя и конструкции в целом. Проводники этих цепей следует разносить как можно дальше друг от друга. Монтаж деталей на плате начинают, как правило, с выхода конструкции и ведут ее к входу.

Пайка представляет собой соединение твердых металлов при помощи расплавленного припоя, имеющего температуру плавления меньшую, чем температура плавления соединяемых металлов. От качества пайки зависят прочность монтажа и работа радиоаппаратуры.

Припой является соединительным материалом, составленным из различных металлов. Марки припоев шифруются буквенно-числовым кодом, в котором буквы обозначают элементы, входящие в сплав, а цифры — процентное содержание основного элемента сплава. Буква П означает припой, О — олово, С — свинец, М — медь, К — кадмий, В — висмут, Ф — фосфор, буквы Ср — серебро. Обозначение марки припоя ПОС-61, например, расшифровывается так: припой оловянно-свинцовый с содержанием 61% олова; припоя ПОСК-47— припой оловянно-свинцовый с кадмием и содержанием 47% олова. Приводим состав некоторых припоев, используемых для радиомонтажа, их температуру плавления и область применения:

ПОС-40 — олова 40%, сурьмы 2%, свинца 58%. Температура плавления 235°С. Применяют для пайки медных проводов, выводов резисторов и конденсаторов, деталей из меди, латуни, посеребренных выводов.

ПОС-61 — олова 61%, сурьмы 0,8%, свинца 38,2%. Температура плавления 230°С. Рекомендуется для пайки медных проводов малого сечения, выводов резисторов и конденсаторов, деталей из меди, латуни с посеребрением.

Для пайки деталей, не допускающих перегрева (диоды, транзисторы), применяют особо легкоплавкие припои. Наиболее распространенными из них является сплав Вуда: олова 13%, свинца 26%, висмута 48%, кадмия 13%. Температура плавления 70°С.

Припои в виде прутков, проволоки или трубок, наполненных флюсом, обладают малым омическим сопротивлением спая. Тугоплавкие припои применяют при пайке латуни, меди, бронзы, стали и других металлов с высокой температурой плавления. Они создают прочный шов с несколько большим, чем легкоплавкие припои, омическим сопротивлением спая.

Флюсами называют химические вещества, предотвращающие окисление зачищенной поверхности металла на воздухе и при на-

гревании. Они обеспечивают хорошую текучесть расплавленного припоя, а следовательно, и смачиваемость спаиваемых металлов. Температура плавления флюса должна быть ниже температуры плавления припоя.

В качестве флюса обычно используют канифоль, иногда глицерин. Канифоль не вызывает коррозии металлов. Удобен в работе спиртовой раствор канифоли (25% канифоли и 75% спирта этилового). Канифоль и ее спиртовой раствор применяют при пайке меди, латуни и бронзы мягкими припоями. Флюс для пайки меди, латуни, бронзы, константана составляют из вазелина (63%), триэтаноламина (6,5%), салициловой кислоты (6,3%) и спирта этилового (24,2%). Такой флюс обеспечивает хорошую чистоту спая.

Для пайки выводов деталей и проводов в труднодоступных местах без предварительной зачистки и лужения применяют глицериновую пасту, состоящую (в весовых частях) из веретенного масла (48%), пчелиного воска (12%), светлой канифоли (15%), глицерина 15% и насыщенного водного раствора хлористого цинка (10%). В расплавленную канифоль добавляют веретенное масло, затем воск, глицерин и последним хлористый цинк.

При пайке особо легкоплавкими припоями в качестве флюса применяется стеарин.

Пайка алюминия обладает специфическими особенностями. Дело в том, что алюминий легко окисляется на воздухе. Образовавшуюся на поверхности алюминия прочную пленку окисла удаляют химическим или механическим способом, после чего производится залуживание.

Делают это так. Предварительно зачищенное место пайки покрывают слоем расплавленной канифоли и густо посыпают стальными опилками. Затем это место натирают горячим паяльником с каплей припоя на рабочей части. При этом железные опилки очищают от пленки окисла поверхность алюминия, жидкая канифоль препятствует новому окислению и происходит залуживание поверхности припоем. После этого канифоль с опилками удаляют и производят пайку обычным способом.

По другому способу место, на котором предполагают произвести пайку, зачищают и на него наносят две-три капли насыщенного раствора медного купороса. К алюминию подключают отрицательный электрод батареи 3336Л, а к положительному электроду— конец отрезка медной проволоки диаметром 1,5—2 мм, другой конец которого вводят через верх капли в раствор медного купороса так, чтобы не касаться алюминия. При этом на поверхности алюминия образуется слой красной меди. После сушки это место залуживают и производят пайку обычным способом. Припоем для пайки алюминия может быть смесь олова (63%), цинка (36%) и алюминия (1%) или олова (74%), цинка (22%) и кадмия (4%). В качестве флюса применяют также канифоль, стеарин, машинное масло.

Выбор паяльника, его подготовка к работе, степень нагрева играют немаловажную роль для качества пайки. Обычно пользуются торцовым паяльником мощностью 40—60 Вт. Рабочую часть жала заостряют напильником под углом 30°. Предварительно жало паяльника желательно отковать молотком, что уменьшит образование раковин и удлинит срок его службы. Затем жало следует залудить. Для этого паяльник подключают к электросети, слегка на-

гревают и покрывают жало слоем канифоли. Когда паяльник нагреется до температуры плавления припоя, жало прикладывают к кусочку припоя, который при этом должен плавиться и растекаться по жалу тонким слоем. Если припой не пристает, то жало снова зачищают мелкой шкуркой или личным напильником и залуживание повторяют.

Для получения хороших паек паяльник должен быть нормально нагретым. Слабо нагретый паяльник плохо плавит припой, размазывает его по месту пайки и надежного спая не получается. При работе перегретым паяльником расплавленный припой покрывается серой пленкой окиси и плохо держится на жале, из-за чего хорошего электрического контакта спая не получается. Кроме того, при опускании перегретого паяльника в канифоль выделяется много дыма, канифоль с шипеньем разбрызгивается, а жало покрывается черной коркой нагара.

Нормально нагретый паяльник быстро плавит припой и набирает его на жало, канифоль остается на нем в виде кипящих капелек и испаряется в виде пара. При этом пайка приобретает гладкую блестящую поверхность.

Производить пайку следует в таком порядке: место пайки хорошо зачистить мелкой шкуркой от изоляции, окислов и грязи. К зачищенному месту нельзя прикасаться пальцами, чтобы не оставить следы пота и жира. Залуживаемые провода или выводы деталей покрыть флюсом. Затем взять жалом паяльника немного припоя, приложить его к зачищенным участкам деталей, облудить их и скрепить механически. После этого приложить жало нормально нагретого паяльника с расплавленным припоем к месту спайки и держать до тех пор, пока припой не обтечет равномерно спаиваемые поверхности. Остается быстро отнять жало паяльника от места спая — припой равномерно растечется по спаю и затвердеет. Обилие припоя прочность спая не увеличит, а лишь вызывает опасность затекания на другие контакты и замыкание между ними. Во время затвердения припоя спаиваемые провода и выводы деталей должны быть неподвижны.

Пайка литцендрата, тонких проводов и мелких деталей имеет свои особенности. При пайке литцендрата необходимо сначала спаять вместе его отдельные жилки, предварительно удалив с них эмалевую изоляцию. Обычно литцендрат зачищают таким способом: освободив конец провода от шелковой обмотки, быстро нагревают его на спичке и так же быстро опускают в спирт. При достаточном нагреве и быстром охлаждении эмалевая изоляция разрушается и может быть легко удалена ваткой. После этого осторожно, чтобы не оборвать, залуживают зачищенные жилки канатика и производят пайку.

Для пайки тонких проводов и мелких деталей пользуются обычным паяльником, но на рабочую часть медного стержня плотно наматывают 6—8 витков голого медного провода диаметром 1,5—2,5 мм, конец которого отгибают и отрезают на расстоянии 10—15 мм. Затем его подпиливают и залуживают обычным способом.

Во время пайки надо остерегаться разбрызгивания припоя и канифоли во избежание ожогов рук, лица и особенно глаз.

ЛЮБИТЕЛЬСКОЕ КОНСТРУИРОВАНИЕ

Прежде чем приступить к постройке приемника или усилителя НЧ, надо подготовить всю необходимую документацию с учетом тех требований, которые к нему могут быть предъявлены. Документация должна содержать полную информацию о будущей конструкции.

По Единой Системе Конструкторской Документации (ЕСКД) на каждое изделие (приемник, усилитель, измерительный прибор и др.) сначала разрабатывают соответствующие схемы, составляют описания, списки необходимых материалов и деталей (спецификацию), производят расчеты, готовят чертежи (например, внешнего вида) и т. д. Только после этого приступают к созданию образца конструкции.

Радиолюбителю нет необходимости разрабатывать на задуманную конструкцию полный объем документации, как на производстве. Достаточно иметь необходимые схемы, чертежи и список деталей и материалов. Но эти документы должны хотя бы приближенно соответствовать требованиям ЕСКД. К ним относятся: структурная, функциональная и принципиальная схемы будущей конструкции, схемы расположения и соединения деталей.

Структурная схема (рис. 29) определяет основные функциональные части конструкции, их назначение и взаимосвязи. Функци-

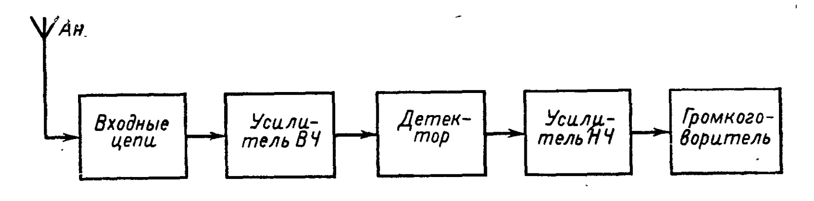


Рис. 29. Пример структурной схемы приемника.

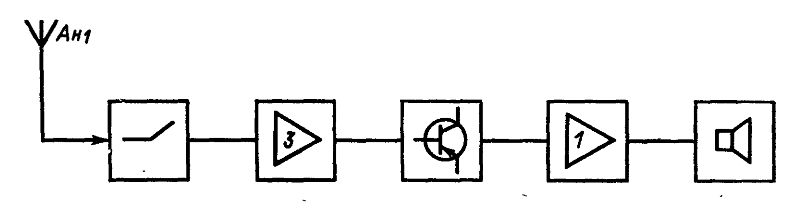


Рис. 30. Пример функциональной схемы приемника.

ональные части (ФЧ) изображают в виде прямоугольников, в которые вписывают наименования, типы или обозначения ФЧ. Иногда ФЧ изображают в виде условных графических обозначений (УГО). На линиях взаимосвязи показывают стрелками направление хода процессов, происходящих в конструируемом устройстве.

Функциональная схема (рис. 30) разъясняет процессы, протекающие в функциональных цепях или в конструкции в целом. На ней изображают ФЧ и связи между ними. Допускается вместо свя-

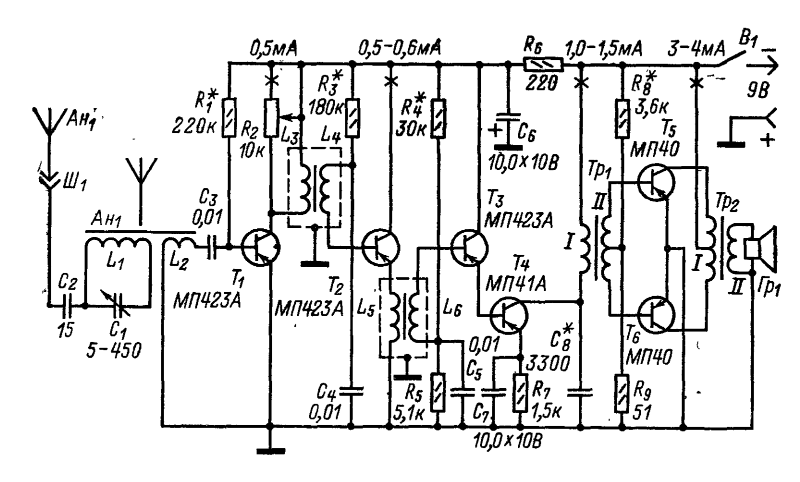


Рис. 31. Пример принципиальной схемы приемника.

зей показывать конкретные соединения (провода, кабели). Функциональные части изображаются преимущественно в виде УГО или прямоугольников. На схеме указывают наименования ФЧ, помещают поясняющие надписи, таблицы, временные диаграммы и т. д.

Функциональными схемами пользуются для изучения принципов работы будущей конструкции, а также при ее налаживании, регулировке, контроле. Функциональная схема более подробна, чем структурная.

Принципиальная схема (рис. 31), разрабатываемая на основе функциональной или структурной, определяет полный состав элементов и связей между ними и дает детальное представление о принципе работы конструкции. На ней каждый элемент должен иметь позиционное обозначение, состоящее из принятого буквенного обозначения и порядкового номера. Позиционные обозначения проставляют рядом с УГО элементов по возможности с правой стороны или над ними. При выполнении УГО позиционное обозначение элемента проставляют возле каждой его составной части.

На схеме расположения деталей изображают все составные части и элементы конструкции в виде внешних очертаний или УГО. Схема должна давать правильное представление о действительном размещении деталей конструкции (рис. 32, *а*).

Схема соединений (рис. 32, *б*) показывает соединения всех составных частей и элементов конструкции и определяет провода, жгуты, кабели и места их присоединения и ввода (зажимы, разъемы и т. д.). Возле или внутри УГО устройств и элементов указывают их наименования, обозначения (по принципиальной схеме) или типы.

Радиолюбители часто на одном графическом документе объединяют схемы расположения и соединения деталей. Но при этом линии, обозначающие проводники, не должны мешать чтению объединенной схемы.

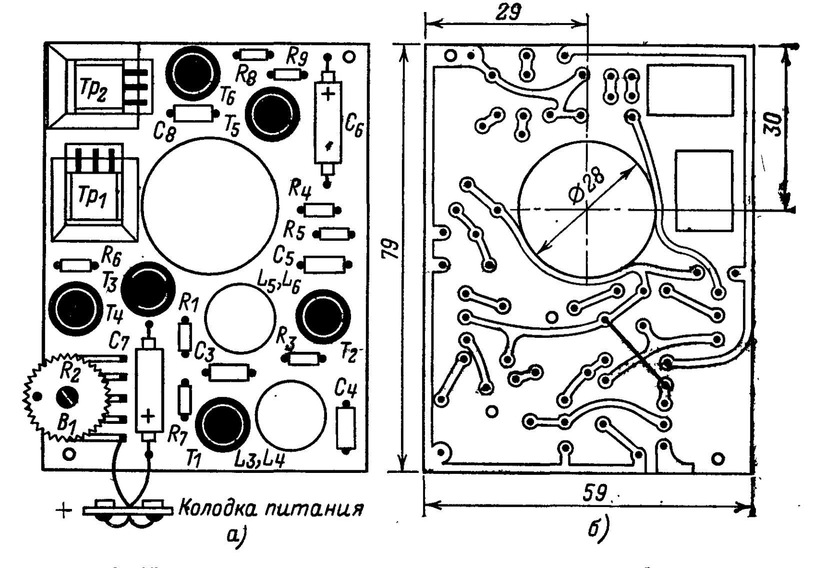


Рис. 32. Пример расположения деталей на монтажной плате и ее соединений.

Любую функциональную часть прибора обозначают в виде квадрата со стороной 10—12 мм или прямоугольника со сторонами 10—12 и 20 мм. Назначение устройства и функциональных групп указывают специальными знаками, вписываемыми в общее обозначение. Этими знакамн могут быть буквы (Г — генератор и т. д.), обозначения рода тока и напряжения (выпрямитель и т. д.), упрощенные формы осциллограмм, символы элементов по принципиальной схеме и т. д. Чтобы различить цепи входа и выхода, в условные обозначения некоторых устройств могут быть введены знаки направления распространения энергии — стрелки на нижней стороне квадрата. Знак для обозначения усилителя — равносторонний треугольник, вершина которого указывает направление передачи сигнала.

В табл. 2 приводятся некоторые наиболее употребительные условные графические изображения деталей на принципиальных схемах и их буквенные обозначения.

Практическая деятельность радиолюбителя начинается, как правило, с постройки радиовещательного приемника. Такой выбор оправдывается еще тем, что составной частью приемника является усилитель звуковой (низкой) частоты, наладить который без источника сигнала, роль которого выполняет высокочастотный тракт приемника, трудно. Но строить приемник надо сознательно. Для этого радиолюбитель должен иметь представление о требованиях, предъявляемых к любому приемнику. К таким требованиям относятся: диапазон принимаемых частот (или волн), чувствительность, избирательность, качество воспроизведения принятых сигналов.

Наименование	Обозначение
Постоянный ток и напряжение. Общее обозначение	—
Переменный ток и напряжение. Общее обозначение	~
Антенна несимметричная. Общее обозначение	Ан
Антенна магнитная с ферромагнитным (например, с ферритовым) стержнем. Общее обозначение антенны допускается не указывать	Ан
Заземление	⏚
Корпус (аппарата, прибора, машины)	⊥
Линии электрической связи, провода, кабели, жгуты пересекающиеся, электрически не соединенные	
Линии электрической связи пересекающиеся, электрически соединенные	
Выключатель однополюсный	В
Выключатель многополюсный, например трехполюсный	В
Переключатель однополюсный многопозиционный	В
Контакт неразборного соединения	—●— —●
Контакт разборного соединения	—○— —○
Разъем штепсельный. Общее обозначение	Ш

Наименование	Обозначение
Штепсель. Общее обозначение	
Гнездо. Общее обозначение	
Гнездо для подключения антенны, телефона и т. д.	
Соединение электрическое разъемное (винтом, зажимом и т. п.)	
Прибор электроизмерительный. Для указания назначения прибора в его обозначение вписывают буквенные обозначения единиц измерения для измеряемых величин	mA
Резистор нерегулируемый. Общее обозначение	R
Резистор переменный	R
Конденсатор постоянной емкости	C
Конденсатор электролитический полярный	C +
Конденсатор электролитический неполярный	C
Конденсатор подстроечный	C
Конденсатор переменной емкости	C
Катушка	L
Элемент гальванический или аккумуляторный	Э − +

Наименование	Обозначение
Телефон. Общее обозначение	Тф Тф
Головка динамическая прямого излучения. Общее обозначение	Гр Гр
Лампа накаливания осветительная и сигнальная	Л
Диод. Общее обозначение	Д
Стабилитрон односторонний	Д
Варикап	Д
Транзистор структуры *p-n-p*	Т
Транзистор структуры *n-p-n*	Т
Однофазный мостовой выпрямитель	$Д_1$–$Д_4$
Предохранитель плавкий. Общее обозначение	Пр
Катушка с отводами	L
Катушка с магнитодиэлектрическим (например, карбонильным) сердечником	L

Наименование	Обозначение
Высокочастотный трансформатор без сердечника с постоянной связью	L_1 L_2
Высокочастотный трансформатор с постоянной связью, каждая из обмоток которого подстраивается магнитодиэлектрическим сердечником	L_1 L_2
Провод экранированный, экран соединен с корпусом	
Реле электромагнитное	Р
Батарея аккумуляторная	Б +

Приемник может быть с фиксированной настройкой (приемник-радиоточка) на частоту какой-то одной радиовещательной станции или с плавной перестройкой в одном или нескольких поддиапазонах частот, начиная от 150 кГц и выше. Чаще приемник имеет два и более поддиапазонов частот. Переход с одного поддиапазона на другой осуществляется переключением катушек, а настройка в пределах поддиапазона — конденсатором переменной емкости, входящим во входной контур приемника.

Чувствительность приемника выражают наименьшей величиной э. д. с. в антенне, при которой на выходе приемника создается напряжение, необходимое для нормального воспроизведения принимаемого сигнала телефоном или головкой громкоговорителя. Например, чувствительность приемника равна 10 мкВ. Это значит, что 10 мкВ является наименьшей э. д. с. в антенне, при которой приемник работает нормально. При э. д. с. сигнала меньшей величины приемник будет работать плохо, т. е. прием сигналов будет затруднен.

Чувствительность приемника с внутренней магнитной антенной оценивают той минимальной напряженностью поля принимаемого сигнала в месте приема, которое должно действовать на антенну, чтобы на выходе получить нормальное напряжение (мощность). Ее называют чувствительностью по полю и выражают в микровольтах на метр (мкВ/м) или милливольтах на метр (мВ/м).

Атмосферные и промышленные помехи (грозовые разряды, полярное сияние, рентгеновские установки, искрение щеток электродвигателей) ограничивают возможность приема слабых сигналов, так как уровень помех может превышать или быть равным уровню

полезного сигнала. В таких случаях никакое усиление приемника не поможет, поскольку вместе с полезным сигналом происходит и усиление помех.

Пределом повышения чувствительности приемника служат его собственные шумы (особенно на СВЧ), которые возникают из-за беспорядочного движения электронов в элементах приемника и воспроизводятся на выходе приемника как шорохи и шипенье.

Собственные шумы приемника могут быть так велики, что окажутся равными полезному сигналу. В этом случае прием будет невозможен. Поэтому для всех приемников установлено вполне определенное отношение полезного сигнала к собственным шумам (сигнал/шум). Принято, что для радиовещательных приемников полезный сигнал должен быть не менее чем в 10 раз выше (по напряжению) уровня шума.

Под избирательностью (или селективностью) приемника понимают его способность выделять напряжение сигнала только одной радиостанции, на которую настроен приемник, из всех напряжений, наводимых в антенне работающими радиостанциями и помехами. Чем выше избирательность, тем лучше приемник.

Избирательность зависит от числа колебательных контуров в приемнике и их добротности. Чтобы проявилась избирательность контура, к нему от антенны подводят высокочастотные колебания. Для этого можно использовать, например, индуктивную связь двух катушек, когда рядом с катушкой контура помещают катушку, соединенную с антенной. Радиоволны всех работающих в данное время станций пересекают антенну и наводят (индуцируют) в ней токи высокой частоты. Эти токи возбуждают вокруг антенной катушки переменные магнитные поля, каждое из которых пересекает витки катушки колебательного контура и наводит в ней свой ток. При этом в контуре возникают вынужденные колебания различных частот. И если частота тока в антенне совпадает с собственной частотой контура, то на контуре возникает напряжение в десятки раз большее, чем напряжение сигнала, поступившего из антенны. Происходит это благодаря явлению резонанса. Контур усилит сигнал резонансной частоты. Все остальные токи резонанса в контуре не вызовут, и их напряжения останутся неизменными.

Выделенный контуром сигнал используется для получения информации.

Для изменения собственной частоты контура нужно изменить индуктивность его катушки или емкость конденсатора. Изменить индуктивность труднее и менее эффективно, чем емкость, поэтому в настраиваемых колебательных контурах применяют конденсаторы переменной емкости. Изменяя его емкость, настраивают контур на частоту нужной радиостанции.

Чем лучше контур, тем больше напряжение выделяемого сигнала, тем выше избирательность приемника.

Качество контура зависит от провода, материала каркаса, способа намотки и тщательности изготовления катушки.

Качество звуковоспроизведения зависит от искажений, вносимых в работу приемника его колебательными контурами, транзисторами или радиолампами и их рабочими режимами, помехами соседних радиостанций. Искажения могут быть столь значительными, что передача может оказаться неразборчивой.

Чтобы сигнал радиостанции не искажался, приемник должен пропускать не только колебания ее несущей частоты, но и колеба-

ния боковых частот, т. е. он должен равномерно усиливать несущую частоту и боковые полосы частот. Чем шире полоса пропускания приемника, тем меньше искажения принимаемых сигналов. Но при этом, однако, возрастают и помехи. Поэтому выбирают некоторую оптимальную полосу пропускания частот приемником. Все это относится ко всему тракту приемника — от антенны до головки громкоговорителя.

Надо отметить, что приемники прямого усиления, с которых обычно начинается конструкторская деятельность любителя, обладают более широкой полосой пропускания, чем приемники супергетеродинного типа. Объясняется это конструктивными особенностями усилителей ВЧ супергетеродинов.

Приемники прямого усиления, в которых сигнал радиостанции от антенны до детектора только усиливается, просты по устройству и надежны в эксплуатации. К недостаткам приемников этого типа относятся: невысокая чувствительность и недостаточная избирательность по диапазону. Увеличение числа настраиваемых контуров в тракте ВЧ с целью улучшения избирательности требует применения многосекционного блока конденсаторов переменной емкости, что усложняет настройку и приводит к самовозбуждению приемника. Необходимость достаточного усиления по ВЧ объясняется тем, что для нормальной работы детекторного каскада требуется определенное напряжение. Значительное же усиление по НЧ приводит к микрофонному эффекту, проявляющему себя своеобразным звоном в головке громкоговорителя при механических толчках.

В супергетеродинном приемнике эти недостатки в значительной степени устранены. Но он сложнее приемника прямого усиления и подвержен помехам, проникающим по побочным каналам.

В супергетеродине принятый сигнал радиостанции на пути от антенны до детектора не только усиливается, но и изменяется по частоте. Полученная в результате преобразования новая постоянная частота колебания (обычно 465 кГц), называемая *промежуточной*, выше диапазона звуковых частот. На промежуточной частоте и происходит основное усиление принятого сигнала. Усилитель промежуточной частоты (ПЧ) представляет собой усилитель колебаний ВЧ с фиксированной настройкой. В таком усилителе может быть столько каскадов, сколько нужно для получения необходимого коэффициента усиления. Поэтому супергетеродин обладает высокой чувствительностью и избирательностью, постоянными по диапазону, он прост в управлении, позволяет осуществлять эффективную автоматическую регулировку усиления (АРУ).

Рассмотрим последовательность разработки простого детекторного приемника, учитывая приведенные рекомендации. Предположим, что радиолюбитель хочет иметь детекторный приемник с фиксированной настройкой на радиостанцию «Маяк» и с возможно меньшими размерами.

На рис. 33, *а* приведена структурная схема такого приемника. Ее функциональные узлы разрабатывают на основании принципа работы приемника. Уточняя устройство функциональных узлов, получают схему, представленную на рис. 33, *б*, где показано, что в избирательном устройстве работает колебательный контур, в детекторе из ВЧ модулированных колебаний выделяются колебания НЧ, которые поступают в телефон и им преобразуются в звуковые колебания. Произведя все электрические соединения деталей, получают принципиальную схему, показанную на рис. 33, *в*. Подбирая число

витков катушки L_1 и емкость конденсатора C_1, колебательный контур приемника можно настроить на любую выбранную станцию.

На рис. 34 приведены схемы нескольких вариантов детекторных приемников с разными способами настройки их колебательных контуров. Данные контурных катушек можно рассчитать по упрощен-

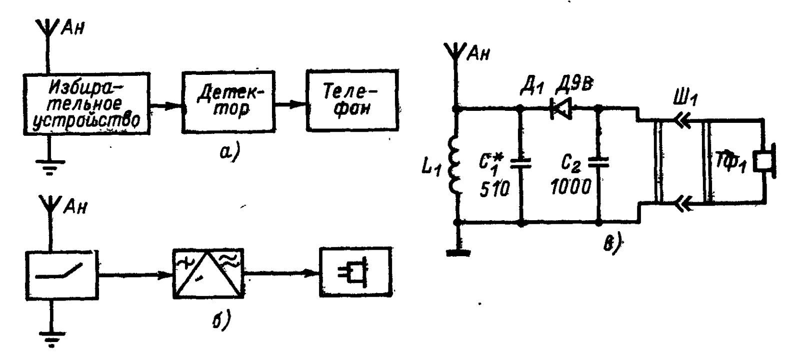


Рис. 33. Структурная (а), функциональная (б) и принципиальная (в) схемы простого детекторного приемника.

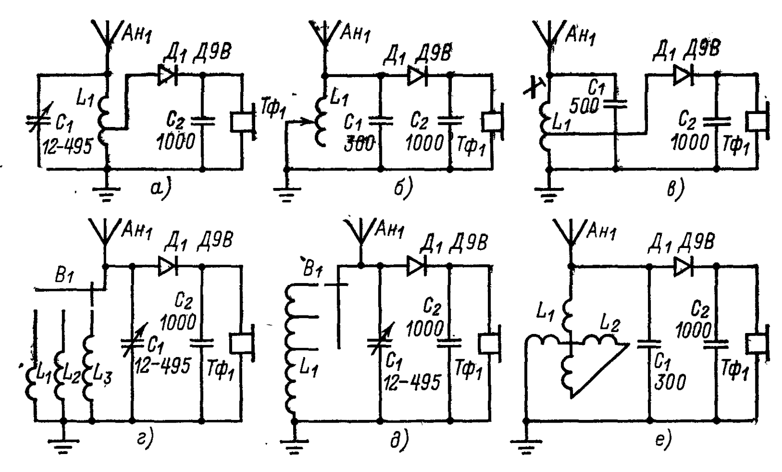


Рис. 34. Принципиальные схемы детекторных приемников (примеры).

ным формулам. Отводы катушек делают от 1/3—1/5 части всех витков, считая от заземленного конца.

Настройка контура приемника по схеме на рис. 34, *а* осуществляется конденсатором переменной емкости любой конструкции с максимальной емкостью, рассчитанной на прием наиболее длинноволновой станции.

Настройка контура приемника по схеме рис. 34, *б* осуществляется плавным изменением числа витков катушки скользящим контактом. Некоторым неудобством такого контура являются сравнительно большие габариты катушки: диаметр каркаса 80—100 мм, катушка намотана проводом в эмалевой изоляции диаметром 0,5—0,8 мм виток к витку.

Контур приемника по схеме на рис. 34, *в* настраивают ферритовым сердечником, перемещая его внутри катушки. В качестве ферритового сердечника обычно используют отрезок ферритового стержня, длиной 40—50 мм, предназначенного для магнитной антенны. Он должен с небольшим трением перемещаться внутри каркаса катушки. Катушку наматывают секциями «внавал» или виток к витку.

Для приема станций в широком диапазоне волн контур приемника может иметь несколько сменных катушек (рис. 34, *г*) или одну катушку с несколькими отводами (рис. 34, *д*). В обоих случаях плавная настройка осуществляется конденсатором переменной емкости.

Плавная настройка контура может осуществляться с помощью вариометра, состоящего из двух катушек L_1 и L_2, соединенных последовательно (рис. 34, *е*), — одна катушка находится внутри другой. Внешняя катушка L_2 укреплена неподвижно, а внутренняя L_1 может поворачиваться на угол 180°. Если направление витков обеих катушек совпадает, то общая индуктивность вариометра равна сумме индуктивностей обеих катушек. Если же, наоборот, витки катушек направлены встречно, то общая индуктивность вариометра равна разности индуктивностей обеих катушек. Поворачивая катушку L_1 на угол 180°, можно плавно изменять индуктивность вариометра в пределах, достаточных для настройки приемника. Намотку катушек выполняют в две секции с расстоянием между ними, достаточным для оси катушки L_2 (обычно 5—7 мм). Диаметр каркаса катушки L_2 может быть 90—100 мм. Диаметр каркаса катушки L_1 должен быть таким, чтобы, свободно вращаясь, витки ее были возможно ближе к виткам катушки L_2.

Исходными данными для расчета катушек контуров детекторных приемников по схемам на рис. 34, *а*—*г* (с учетом заданных габаритов) являются: диаметр каркаса 20 мм, высота 10 мм; намотка в две секции шириной по 5 мм каждая, провод ПЭВ или ПЭЛ 0,15—0,2, намотка — «внавал»; емкость контурного конденсатора 510 пФ; длина волны радиостанции «Маяк» 547 м (способ намотки катушки, диаметр провода и емкость конденсатора контура радиолюбители выбирают произвольно, а длину волны радиостанции определяют по волновому расписанию, публикуемому в радиопрограммах).

Индуктивность катушки в микрогенри (мкГ), которая зависит от числа витков, диаметра каркаса и диаметра провода, определяют по следующей упрощенной формуле:

$$L = 0,282\lambda^2/C,$$

где L — индуктивность катушки, мкГ; λ — длина волны, м; C — емкость контурного конденсатора (C_1), пФ. (Формула верна при намотке катушки «внавал» проводом диаметром 0,15—0,2 мм в эмалевой изоляции.) Подставив в формулу выбранные значения длины волны и емкости контурного конденсатора, производят вычисление.

В данном случае индуктивность контурной катушки должна быть 165 мкГ. Число витков катушки L_1 определяют по формуле

$$n = \sqrt{\frac{L}{0,01D}},$$

где n — число витков; L — известная (рассчитанная) индуктивность катушки, мкГ; D — выбранный диаметр каркаса, см.

В нашем случае катушка должна содержать 92 витка. Аналогично можно определить индуктивность катушки и число ее витков для приема других радиостанций диапазонов СВ и ДВ.

Катушка колебательного контура может быть с ферритовым сердечником, что улучшает ее добротность и, кроме того, позволяет производить подстройку контура. В этом случае число витков должно быть уменьшено на 15—20%. Чем тоньше будет стенка каркаса, тем сильнее сердечник будет влиять на индуктивность катушки, тем меньше в ней должно быть витков. Окончательное число витков подбирают опытным путем при настройке контура приемника на выбранную радиостанцию.

Катушка может быть однослойной, намотанной виток к витку. В этом случае для ее расчета используют следующую формулу:

$$L = \frac{0,01Dn^2}{l/D + 0,44},$$

где L — рассчитанная индуктивность катушки, мкГ; D — выбранный диаметр каркаса, см; n — рассчитанное число витков; l — длина намотки катушки, см, определяемая по формуле $l = d_1 n$ (d_1 — диаметр обмоточного провода, см, n — число витков).

Каркас катушки можно изготовить из полосы писчей бумаги. Ее надо смазать клеем и намотать в несколько слоев на круглую болванку подходящего размера. Предварительно болванку следует обернуть слоем чистой бумаги, чтобы с нее можно было легко снять каркас. Совершенно сухой каркас снимают с болванки и обрезают до нужной длины.

Закрепление концов провода до и после намотки производят каплями клея БФ-2. Нельзя смазывать клеем все витки катушки. Пропитывать катушки можно полистирольным клеем.

Кроме контурной катушки, для детекторного приемника с фиксированной настройкой потребуются: контурный конденсатор C_1 емкостью 510 пФ, блокировочный конденсатор C_2 емкостью 1000 пФ, точечный диод $Д_1$ типа Д9 или Д2 с любым буквенным индексом, головные телефоны ТОН-1 или ТОН-2, монтажный провод, зажимы или гнезда и, конечно, наружная антенна и заземление.

Предварительно приемник желательно смакетировать на картоне или плотной бумаге размером 90×60 мм, испытать его, а затем смонтировать детали на постоянной плате. Если детали приемника смонтированы точно по принципиальной схеме, то при подключении к нему наружной антенны и заземления в головных телефонах должна быть слышна передача радиовещательной станции. Если приемник работает плохо или с помехой со стороны соседней по частоте станции, точной настройки добиваются изменением индуктивности контурной катушки, изменением числа ее витков или подстроечным сердечником.

Составляя объединенную схему расположения деталей и соединений, контуры деталей или их символические обозначения следует

чертить одним цветом, а соединения между ними — другим. Возможный вариант монтажной платы, размещения и соединения на ней деталей детекторного приемника (по схеме на рис. 34, *а*) показан на рис. 35.

Но детекторный приемник, являющийся обычно первой конструкцией начинающего радиолюбителя, необязательно монтировать на плате, он к тому же может иметь оригинальное (сувенирное) оформление. Некоторые варианты такого оформления детекторных приемников с фиксированной настройкой показаны на рис. 36.

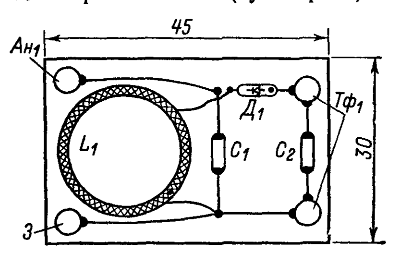


Рис. 35. Расположение и соединение деталей детекторного приемника.

При разработке схемы размещения и соединения деталей на плате более сложного радиотехнического устройства пользуются миллиметровой бумагой или бумагой в клетку (из тетради). Размещение деталей значительно облегчается, если использовать *метод аппликации* (рис. 37). Для этого на листе плотной бумаги вычерчивают контуры радиодеталей в натуральную величину (или в масштабе 2 : 1), которые затем вырезают. Получаются силуэты деталей. На каждом силуэте пишут номер детали (по принципиальной схеме), указывают полярность электролитических конденсаторов и диодов, расположение выводов транзисторов. Далее на миллиметровой бумаге чертят угол — два края будущей монтажной платы и, отступая от них на 3—5 мм, начинают размещать силуэты деталей. Передвижкой силуэтов деталей добиваются равномерной плотности монтажа, наиболее коротких соединений между деталями и желаемых размеров платы. После этого силуэты закрепляют на бумаге резиновым клеем, очерчивают два других края платы и проставляют ее размеры.

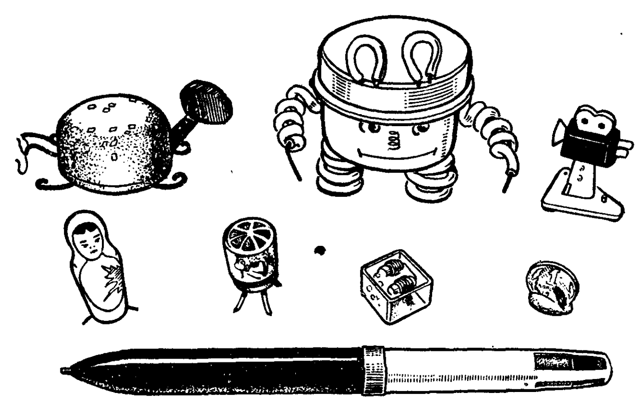


Рис. 36. Внешний вид детекторных приемников-сувениров.

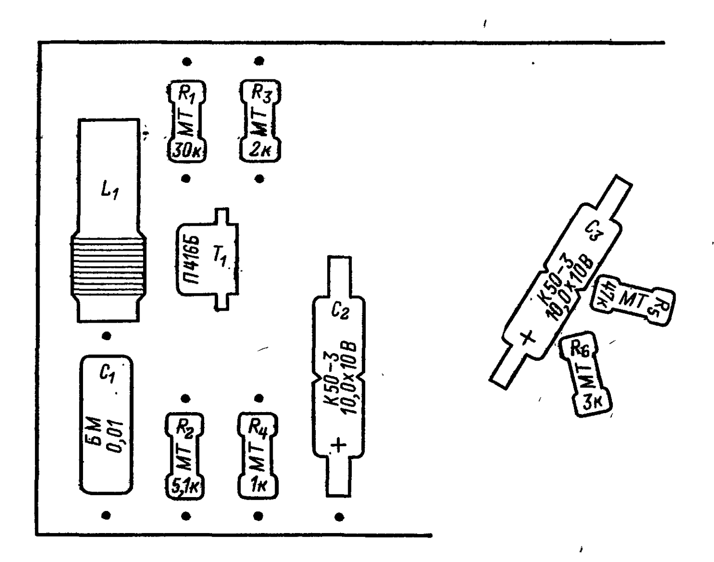


Рис. 37. Пример разработки схемы расположения деталей методом аппликации.

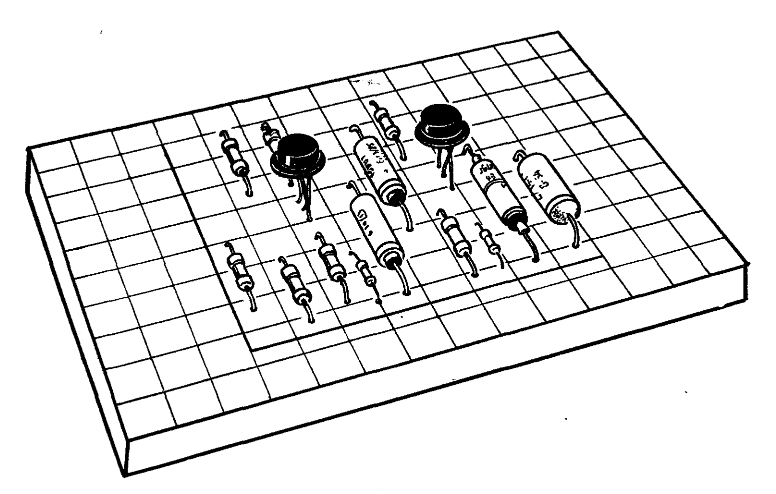


Рис. 38. Разработка схемы расположения деталей на пенопласте.

Другой способ разработки схемы размещения деталей на монтажной плате показан на рис. 38. На кусок листового пенопласта накладывают миллиметровую бумагу с заранее начерченным углом будущей платы. У подобранных деталей формуют выводы так, как нужно для монтажа. Тонким шилом или толстой штопальной иглой

накалывают отверстия в бумаге и пенопласте соответственно расстояниям между отформованными выводами деталей. В эти отверстия вставляют выводы деталей. В результате получают макет монтажной платы в натуральную величину с установленными на ней деталями.

При любом способе разработки монтажной платы необходима проверка возможности замены деталей, доступа ко всем местам пайки, удобства управления радиоаппаратом, предотвращения возникновения паразитных связей и т. п. Не исключено, что разработку схемы монтажной платы придется повторять с целью получения наилучшего размещения и соединения деталей. Разработанная монтажная плата во многом определяет габариты и внешнее оформление будущей конструкции.

Отклонение емкостей конденсаторов и сопротивлений резисторов на 5—10% от указанных в описаниях и на принципиальных схемах в большинстве случаев не имеет существенного значения и практически не влияет на работу конструкции в целом. Кроме того, при отсутствии резисторов, указанных на принципиальной схеме номиналов, резистор нужного номинала можно получить последовательным или параллельным соединением нескольких резисторов других номиналов. Расчёт общего сопротивления соединяемых резисторов ведут по формулам:

при последовательном соединении

$$R_{общ} = R_1 + R_2 + \ldots + R_n;$$

при параллельном соединении

$$1/R_{общ} = 1/R_1 + 1/R_2 + \ldots + 1/R_n.$$

Аналогично поступают с подбором конденсаторов. Общую емкость соединенных конденсаторов вычисляют по формулам:

при параллельном соединении

$$C_{общ} = C_1 + C_2 + \ldots + C_n;$$

при последовательном соединении

$$1/C_{общ} = 1/C_1 + 1/C_2 + \ldots + 1/C_n.$$

При выборе конденсаторов необходимо учитывать их номинальное напряжение. В основном это касается электролитических конденсаторов. Оно должно быть всегда больше того напряжения, которое действует в данной цепи устройства. Если соответствующих указаний нет, то номинальное напряжение конденсатора должно быть больше напряжения источника питания. Так, например, в цепях приемника, питающегося от источника напряжением 9 В, использовать электролитический конденсатор на номинальное напряжение 6 В нельзя, может произойти пробой диэлектрика. В данном случае нужно выбирать конденсатор с номинальным напряжением не менее 10 В.

При подборе резисторов необходимо обращать внимание и на мощность рассеяния, указываемую на принципиальных схемах: резистор большей мощности рассеяния можно ставить на место резистора меньшей мощности, наоборот — нельзя.

НАЛАЖИВАНИЕ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ

С целью облегчения работы по налаживанию и экспериментированию с конструируемым приемником, усилителем или другим радиотехническим устройством радиолюбители часто пользуются макетными панелями — панелями из листового гетинакса с рядами контактных лепестков, на которых монтируют детали. На таком макете будущей конструкции легко производить замену деталей, проверку ее цепей, режимов работы транзисторов.

Роль макетной панели может выполнять лист картона, размеры которого определяются сложностью приемника или усилителя. Так, например, для макетирования пятитранзисторного приемника потребуется лист картона размером примерно 200×140 мм. На картоне

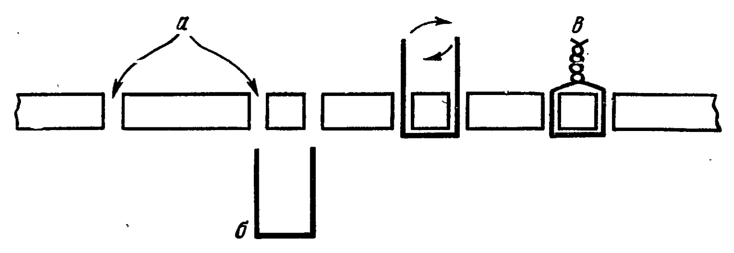


Рис. 39. Изготовление проволочных опор макета.
а — отверстия в панели; *б* — проволочная скоба; *в* — опора.

чертят принципиальную схему устройства с указанием всех номиналов деталей. В местах соединения деталей устанавливают опоры из медной луженой проволоки диаметром 0,4—0,5 мм (рис. 39). В соответствии с принципиальной схемой между опорами делают все соединения луженым проводом, припаивают выводы деталей (рис. 40).

Перед монтажом проверяют годность всех деталей, а их выводы залуживают. При макетировании выводы деталей не укорачивают, их обрезают при монтаже на постоянной плате. Правильность монтажа макета проверяют по принципиальной схеме. Только после этого включают питание и приступают к налаживанию. Затем аккуратно переносят детали с макета на подготовленную монтажную плату, делают контрольную проверку работы собранного устройства и, если нужно, окончательную регулировку, например настройку контуров.

Для примера рассмотрим технику налаживания трехтранзисторного усилителя звуковой частоты, собранного по схеме, показанной на рис. 45. Налаживание как усилителей, так и приемников рекомендуется осуществлять от конца к началу, т. е. от выхода к входу — от громкоговорителя к антенне, терпеливо регулируя каждый каскад и добиваясь получения наилучших его характеристик.

Перед включением питания во всех случаях налаживания на макете заменяют постоянные резисторы (отмеченные на принципиальной схеме звездочками) переменными. Их номинальное сопротивление должно быть немного больше указанного на схеме. Для защиты от короткого замыкания и попадания всего напряжения ис-

точника питания на электроды транзистора последовательно с переменным резистором надо включить в цепь постоянный резистор номинальным сопротивлением 3—5 кОм, свободный конец которого подключить к электродам транзистора налаживаемого каскада так, как показано на рис. 41. Такая защита необходима с целью преду-

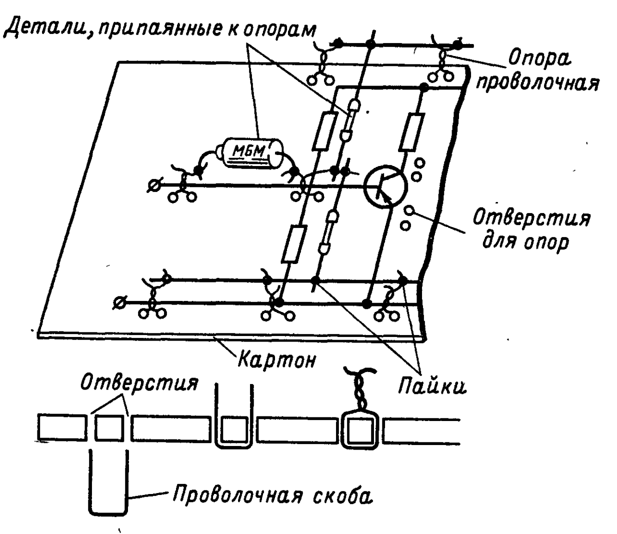


Рис. 40. Внешний вид готового макета.

преждения порчи транзистора. Движки переменных резисторов устанавливают в среднее положение.

Включив питание, по вольтметру устанавливают напряжение на зажимах источника тока. Напряжение должно соответствовать указанному на схеме (4, 5 или 9 В), в противном случае заменяют источник тока на более свежий.

Затем проверяют и устанавливают по миллиамперметру ток в цепях. Его включают в разрыв цепи в местах, отмеченных звездочкой. Проверку начинают с последнего каскада (транзистор T_3). Если на принципиальной схеме указаны номинальные значения напряжения, то их проверяют после установления величин токов. При наличии двух приборов проверку ведут одновременно.

Если в цепи коллектора

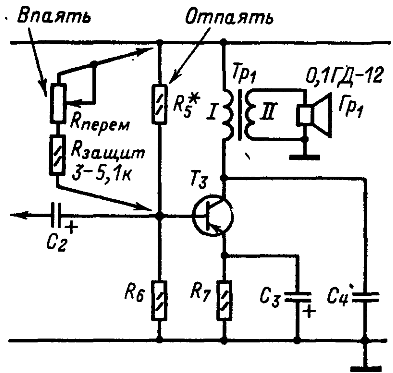


Рис. 41. Включение переменного резистора для налаживания.

транзистора T_3 включен капсюль ДЭМ-4М, то коллекторный ток устанавливают равным 7—10 мА, а если динамическая головка типа, например, 0,1ГД-12, то 12—15 мА. В тех случаях, когда указанные на схеме токи или напряжения установить не удается, заменяют транзистор данного каскада и вновь производят налаживание.

Замена деталей при налаживании и ремонте аппаратуры должна производиться только при выключенном напряжении питания. При питании аппаратуры от сети переменного тока выключение осуществляется вилкой шнура питания и выключателем прибора!

Иногда может появиться звук, напоминающий капание воды. Эти капли следуют друг за другом с различной частотой — от долей герца до десятков герц. От этой неисправности можно избавить-

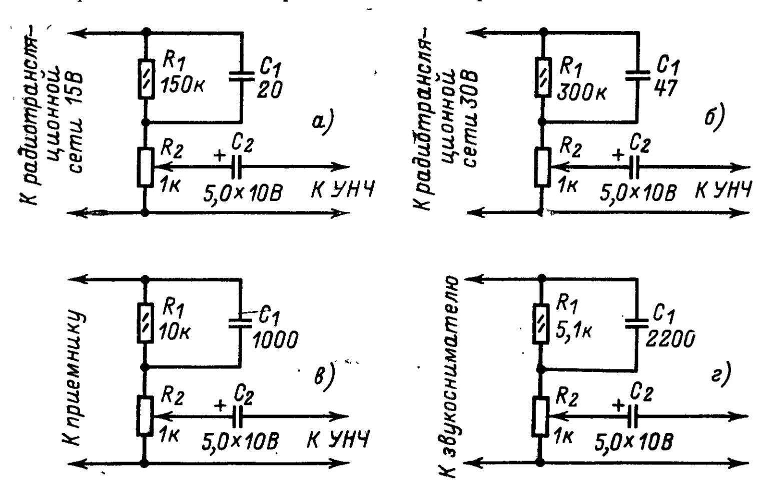


Рис. 42. Схемы подключения усилителя к источнику сигнала НЧ.

ся одним из следующих способов: заменой источника питания на более свежий, подбором транзисторов или изменением режима их работы. После этого проверяют работу всего усилителя и, если нужно, дополнительно корректируют.

Для проверки используют в качестве источника сигнала детекторный приемник, звукосниматель, трансляционную сеть или транзисторный приемник (рис. 42). Проверку производят по качеству звучания — на слух.

При наличии звукового генератора и лампового или транзисторного вольтметра, в том числе и самодельных, налаживание усилителя (рис. 45) ведут в следующем порядке: от входа усилителя отключают резистор R_1 и на его место подключают выход звукового генератора. Выходное напряжение звукового генератора устанавливают равным 1 мВ частотой 1000 Гц. Входное гнездо (или зажим) лампового или транзисторного вольтметра подключают к коллектору транзистора T_3 последовательно с конденсатором емкостью 1—2 мкФ. Зажимы «земля» звукового генератора и вольтметра со-

единяют с общим проводом усилителя. Вращением ручек переменных резисторов, отмеченных звездочками, добиваются максимального отклонения стрелки вольтметра. Желательно подобрать номинальное сопротивление резистора R_7. Удобно контролировать подбор этого резистора по экрану осциллографа. Осциллограмма должна иметь вид синусоиды. Если верхняя и нижняя части синусоиды «срезаются», то следует уменьшить напряжение сигнала от звукового генератора до получения правильной синусоиды. При этом хорошо видно влияние изменения номинального сопротивления резистора R_7 на форму синусоиды. Если осциллографа нет, то подбор резистора R_7 ведут по показаниям вольтметра и качеству звучания. Изменения формы синусоиды показывают, что усиливаемый сигнал воспроизводится усилителем с искажениями. В зависимости от напряжения примененного источника питания (от 4,5 до 9 В) выходное напряжение усиленного сигнала может изменяться от 1,5 В до 3,0 В.

Корпуса измерительных приборов при работе должны быть надежно заземлены.

Если в распоряжении радиолюбителя нет никаких приборов, то усилитель налаживают по сигналам детекторного приемника или звукоснимателя по наибольшей громкости подбором номинального сопротивления резисторов, отмеченных звездочкой. Однако надо быть уверенным, что детекторный приемник или звукосниматель работают. В этом случае хорошо применить искатель повреждений, описанный далее. Этим прибором можно проверять работу как усилителей, так и приемников. Правила пользования прибором приводятся в описании.

Если имеется возможность проверки транзисторов по величине обратного тока коллектора, то рекомендуется включать в первом каскаде транзистор с наименьшим значением обратного тока (до 1,5 мкА) и далее по возрастающей величине во втором (до 2,5 мкА) и третьем (до 3,5 мкА) каскадах. Транзисторы с большим значением обратного тока коллектора работают неустойчиво и имеют повышенный уровень собственных шумов.

О методике налаживания приемников и усилителей НЧ с двухтактным выходным каскадом рассказано на примере приемника, собранного из деталей, высылаемых Центральной базой «Союзпосылторга». Принципиальная схема этого приемника показана на рис. 61.

Налаживание начинают с установления рекомендуемых токов транзисторов и напряжений на их электродах. Для этого в разрыв между резистором R_6 и минусовым проводом питания включают миллиамперметр на ток 3—5 мА. Подбирая резистор R_4, устанавливают ток коллектора транзистора T_3 в пределах 1,0—1,3 мА. Далее между коллектором транзистора T_4 и плюсовым проводом питания подключают вольтметр и подбором резистора R_8 устанавливают напряжение на коллекторе этого транзистора, равное половине напряжения источника питания (4,5 В). Затем измеряют напряжение на общей точке коллекторов транзисторов T_7 и T_8. Оно также должно быть равно половине напряжения источника питания.

Высокочастотный каскад на транзисторах T_1, T_2, как правило, налаживания не требует, однако при большом разбросе параметров транзисторов рекомендуется подбор резисторов R_1 и R_2 по указанному на схеме режиму. При использовании транзисторов с большим коэффициентом $h_{21Э}$ может появиться самовозбуждение на некоторых участках диапазона, проявляющееся в виде свиста. Иногда самовозбуждение возникает и по другим причинам, от которых

можно избавиться изменением емкости блокировочных конденсаторов, шунтированием источника питания электролитическим конденсатором большой емкости, заменой источников питания на более свежие, изменением расположения катушек на стержне магнитной антенны или изменением числа витков катушки связи, заменой транзисторов или некоторым изменением режима их работы, введением развязывающих фильтров в цепи питания. Если подбором числа витков катушки L_2 и изменением ее положения на стержне магнитной антенны не удается устранить самовозбуждение, то параллельно дросселю $Др_1$ подключают резистор сопротивлением 4,7—5,6 кОм (подбирают опытным путем).

Налаживание усилителя НЧ с использованием звукового генератора и лампового или транзисторного вольтметра переменного тока ведут в таком порядке: сначала, как и в предыдущем случае, устанавливают режимы транзистора T_4 и транзисторов T_7, T_8 двухтактного усилителя мощности подбором резистора R_8. Затем параллельно звуковой катушке головки $Гр_1$ подключают вольтметр переменного тока. Отсоединив диод $Д_1$ от базы транзистора T_3, подключают на его место выход звукового генератора и подают от него на вход усилителя напряжение 1 мВ частотой 1000 Гц. Поставив ручку регулятора громкости R_6 на максимум, подбором резистора R_4 добиваются наибольшего напряжения сигнала на нагрузке усилителя.

Все изменения в цепях приемника делают только при отключенном источнике питания!

Установление границ диапазона производят по генератору стандартных сигналов (ГСС), например Г4-1А, Г4-18А и др. Для этого зажим «земля» генератора соединяют с плюсовым проводом источника питания, а его выход — с началом катушки L_1 через конденсатор емкостью 3—5 пФ. Можно применить индуктивную связь приемника с ГСС, намотав на конце ферритового стержня магнитной антенны один-два витка любого провода. Концы этой катушки связи подключают к выходу ГСС. Установив емкость конденсатора C_1 минимальной, подают от ГСС модулированный сигнал и вращением его ручки «Частота» определяют границу высокочастотного участка диапазона. Затем, установив максимальную емкость конденсатора, определяют низкочастотную границу диапазона. Сдвинуть границы диапазона можно изменением числа витков контурной катушки L_1 или смещением ее ближе к середине ферритового стержня. При этом значительнее сдвигается низкочастотная граница диапазона. Для изменения высокочастотной границы диапазона увеличивают или уменьшают начальную емкость контурного конденсатора C_1.

Если измерительных приборов нет, то после проверки всех соединений (по принципиальной схеме) включают питание и, вращая ручку контурного конденсатора C_1, настраивают приемник на какую-либо радиостанцию. При этом ручка резистора R_6 должна быть установлена на максимальную громкость. Настроив приемник на радиостанцию, подбирают резисторы R_4 и R_8, добиваясь наибольшей громкости приема. Диапазон волн, перекрываемый приемником, определяют по работающим станциям, используя для контроля заводской радиовещательный приемник. Установив максимальную емкость конденсатора C_1, перемещением катушки L_1 по ферритовому стержню устанавливают границы диапазона волн. С этой же целью можно также изменять число витков катушки L_1.

Желательно, чтобы пары транзисторов T_1 и T_2, T_5 и T_6, T_7 и T_8 были с возможно близкими обратными токами коллекторов $I_{КБО}$ и коэффициентами $h_{21Э}$.

В приемниках с внутренними магнитными антеннами катушка входного контура должна располагаться возможно ближе к середине ферритового стержня. При этом чувствительность приемника будет максимальной. Катушку же связи с контуром магнитной антенны лучше располагать ближе к концу ферритового стержня. В этом случае получается более равномерное усиление сигналов радиостанций по диапазону.

Налаживание приемника со сверхрегенеративным детектором (например, по схеме на рис. 69), рассчитанного на прием радиостанций УКВ диапазона, начинают с усилителя НЧ описанными здесь методами. При подключенной антенне и включенном источнике питания в головных телефонах слышен характерный «суперный» шум (шипение). Вращением ручки контурного конденсатора переменной емкости добиваются приема какой-либо радиостанции, после чего подбирают указанные на схеме резисторы и конденсаторы по наибольшей громкости принимаемого сигнала. При отсутствии «суперного» шума сначала добиваются его появления подбором резистора R_4 в базовой цепи транзистора T_2 сверхрегенеративного детектора. Для облегчения налаживания отключают от коллектора транзистора T_1 УВЧ переходной конденсатор C_2 и подключают к нему антенну. Затем, восстановив соединение конденсатора C_2 с коллектором транзистора УВЧ и подключив антенну к его входу, подбором резистора R_1 добиваются наибольшей громкости сигнала и одновременно уточняют настройку на радиостанцию.

У правильно налаженного приемника при настройке на радиостанцию «суперный» шум полностью подавляется.

При наличии генератора ВЧ налаживание сверхрегенеративного детектора ведут в следующем порядке. На вход приемника вместо антенны подключают отрезок монтажного многожильного провода длиной 350—400 мм. Такую же антенну, но расположенную на расстоянии 1 м от антенны приемника, подключают к выходу генератора ВЧ. От генератора ВЧ в его антенну подают напряжение 0,5—1 мВ средней частоты диапазона (28,8 мГц). При настройке контура приемника на эту частоту конденсатором C_7 «суперный» шум должен прекратиться. Если уровень сигнала от генератора ВЧ будет велик, то его уменьшают, одновременно регулируя все элементы каскада. Регулировку можно считать законченной, если при подаче в антенну генератора немодулированного сигнала напряжением 70—300 мкВ шум на выходе усилителя полностью прекращается. При включении модуляции (не более 60%) напряжение сигнала на выходе усилителя НЧ должно быть в пределах нормы. Наибольшее сопротивление резистора R_4 может составлять 47—51 кОм, а емкость конденсатора C_9 — 30 пФ. Налаживание сверхрегенеративного каскада с помощью осциллографа (например, типа С1-1) производят при отключенном усилителе НЧ. Для этого к плюсовому выводу конденсатора C_{11} (предварительно отключив его от базы транзистора T_3) подключают резистор сопротивлением 1 кОм, второй вывод которого соединяют с общим проводом цепи питания. Параллельно конденсатору C_{10} подключают вход осциллографа.

Налаживание начинают с подбора режима транзистора T_2 переменным резистором (вместо постоянного) R_4. Уменьшая сопротивление этого резистора, добиваются появления на экране осцилло-

графа сплошной светящейся полосы с изрезанными краями. Чем больше будет изрезанность краев полосы, тем выше чувствительность приемника.

Затем к выходу ГСС подключают антенну и на его частоту настраивают контур приемника. При точной настройке контура изрезанные края полосы на экране осциллографа должны пропасть. Если несущую промодулировать звуковой частотой 1000 Гц, то полоса на экране промодулируется той же частотой. После этого подбором резистора R_1 добиваются максимального уровня сигнала на выходе детектора.

При настройке контура на среднюю частоту диапазона следят, чтобы ротор конденсатора C_7 находился в положении средней емкости этого конденсатора.

Работу всего приемника проверяют, восстановив соединение конденсатора C_{11} с базой транзистора T_3. Связующим элементом ГСС с приемником может быть конденсатор емкостью 3—5 пФ. При этом корпус ГСС соединяют с общим проводом приемника. Начальное напряжение сигнала ГСС устанавливают возможно меньшим — таким, при котором еще можно производить налаживание. По мере подстройки напряжение постепенно уменьшают и по наименьшей его величине определяют чувствительность приемника. Это напряжение должно быть не более 10 мкВ.

Считают, что наибольшая чувствительность приемника со сверхрегенеративным детектором соответствует максимальному уровню шума, который при настройке на радиостанцию должен подавляться.

Не следует забывать, что любой приемник, хорошо налаженный в макете, после монтажа его деталей на постоянной плате может самовозбудиться из-за паразитных связей между его цепями. Эти связи нужно учитывать при разработке схемы замещения деталей на монтажной плате.

Следует также помнить, что при налаживании и отыскании неисправностей в радиотехнической аппаратуре, питаемой от электросети, работать следует одной рукой, предотвращая тем самым поражение электрическим током. При этом под ногами должен быть изолирующий резиновый коврик.

КОНСТРУКЦИИ НАЧИНАЮЩИХ РАДИОЛЮБИТЕЛЕЙ

Уровень низкочастотного сигнала на выходе детекторного приемника достаточен лишь для звучания головных телефонов. Повысить его можно с помощью усилителя НЧ, подключенного к выходу приемника вместо телефонов.

Усилители

Принципиальная схема однотранзисторного усилителя НЧ приведена на рис. 43, *а*. Резистор R_1 на входе усилителя выполняет роль нагрузки детекторного приемника (вместо головных телефонов). Создающийся на нем низкочастотный сигнал через конденсатор C_1 поступает на базу транзистора T_1 для усиления. Включенный в цепь коллектора головной телефон воспроизводит усиленный транзистором сигнал радиостанции.

Через транзистор R_2 на базу транзистора T_1 подается отрицательное напряжение смещения, устанавливающее необходимую рабочую точку. Неправильно выбранная рабочая точка ведет к искажениям принимаемого сигнала. Конденсатор C_2 — блокировочный.

Нагрузкой транзистора могут быть низкоомные головные телефоны, например ТА-56 или телефонный капсюль типа ДЭМ-4М. Питать усилитель можно от батареи 3336Л, «Крона», аккумуляторных батарей 7Д-0,1.

Более стабильно работает усилитель, собранный по схеме на рис. 43, *б*. Здесь резисторы R_2 и R_3 образуют делитель напряжения, с которого на базу транзистора T_1 подается смещение. Резистор R_4 стабилизирует режимы работы транзистора. Конденсатор C_2 — блокировочный.

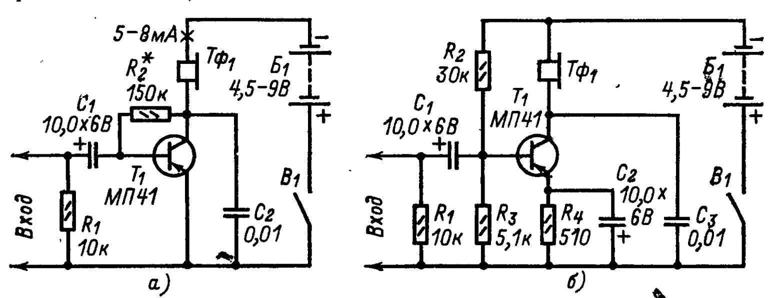


Рис. 43. Принципиальные схемы однотранзисторных усилителей НЧ.

В обоих усилителях транзистор МП41 может быть заменен другим маломощным низкочастотным транзистором: МП39, МП40, МП42, ГТ108 и т. д.

На рис. 44 приведена принципиальная схема двухкаскадного усилителя, дающего значительно большее усиление низкочастотного сигнала. Он, как и однокаскадные усилители, служит приставкой к детекторному приемнику. Подбором резисторов R_2 и R_4 устанавливают рекомендуемые режимы работы транзисторов. Резистор R_3 служит нагрузкой транзистора T_1. Входной сигнал НЧ через конденсатор C_1 поступает на базу транзистора T_1, усиливается им, вы-

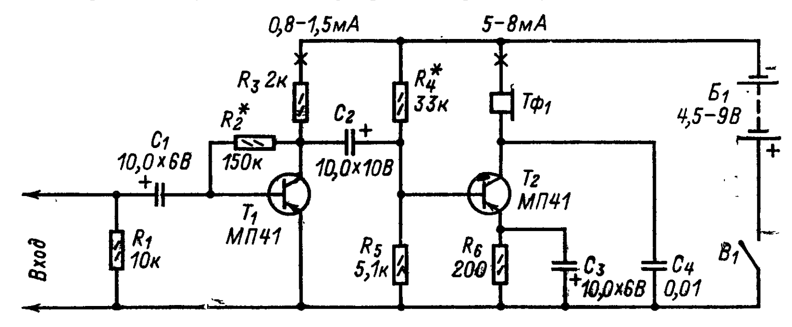


Рис. 44. Принципиальная схема двухтранзисторного усилителя НЧ.

деляется на резисторе R_3 и через конденсатор C_2 подается на базу транзистора T_2 для дальнейшего усиления. Усиленный транзистором T_2 сигнал НЧ воспроизводится телефоном $Тф_1$.

Трехкаскадный усилитель НЧ, принципиальная схема которого изображена на рис. 45, можно использовать не только для работы совместно с детекторным приемником, но и для других целей, например для воспроизведения грамзаписи. Его особенностью является непосредственная связь между транзисторами T_1 и T_2, что улучшает качество воспроизведения звука и температурную стабилизацию режима работы обоих транзисторов.

Нагрузкой транзистора T_1 служит резистор R_2. Через резистор R_3 на базу транзистора T_1 подается напряжение, которое снимается

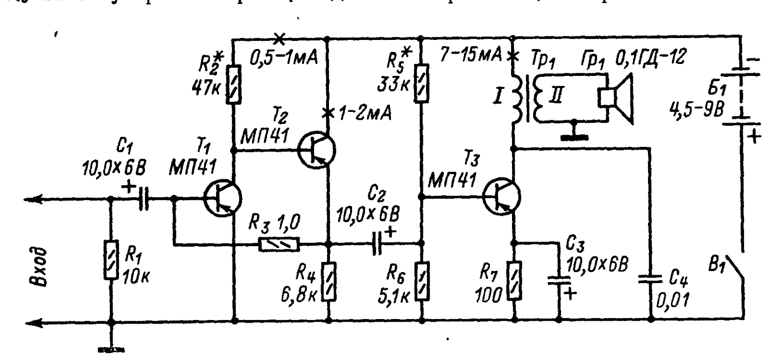


Рис. 45. Принципиальная схема трехтранзисторного усилителя НЧ.

с эмиттерного резистора R_4 транзистора T_2. Это же напряжение стабилизирует режимы работы транзистора T_1 при изменении температуры. Поскольку коллектор транзистора T_1 и база транзистора T_2 соединены непосредственно, то напряжение смещения транзистора T_2 зависит от напряжения на коллекторе транзистора T_1, т. е. от режима его работы. Таким образом осуществляется взаимная стабилизация режимов транзисторов. Если, например, при повышении температуры ток коллектора транзистора T_1 увеличивается, то это уменьшает напряжение на его коллекторе и, следовательно, на базе транзистора T_2. При этом коллекторный ток транзистора T_2 уменьшится, что в свою очередь снижает отрицательное напряжение на его эмиттере и напряжение смещения на базе транзистора T_1. Кроме того, через резистор R_3 осуществляется отрицательная обратная связь по току между транзисторами T_1 и T_2. Под термином «отрицательная обратная связь» понимают подачу на вход усилителя части его выходного напряжения. И если это выходное напряжение подается на вход усилителя в противофазе, т. е. противоположно по знаку, то полное напряжение на входе будет меньше подводимого напряжения сигнала. Отрицательная обратная связь уменьшает усиление, но улучшает качество работы всего усилителя, содействует более стабильному усилению.

Входной сигнал через конденсатор C_1 поступает на базу транзистора T_1, а с его нагрузочного резистора R_2 — непосредственно на

базу транзистора T_2. Нагрузкой транзистора T_2 является резистор R_4, включенный в цепь эмиттера. Транзистор T_2 включен по схеме эмиттерного повторителя. С его эмиттерного резистора R_4 сигнал НЧ через конденсатор C_2 поступает на базу транзистора T_3 для дополнительного усиления и воспроизведения головкой $Гр_1$. Резисторы R_5 и R_6 образуют делитель, с которого на базу транзистора T_3 снимается начальное напряжение смещения. Трансформатор $Тр_1$ служит для согласования малого сопротивления звуковой катушки головки с относительно большим сопротивлением выходной цепи транзистора T_3.

В усилителе можно использовать резисторы и конденсаторы любых типов (от их размеров будут зависеть габариты усилителя).

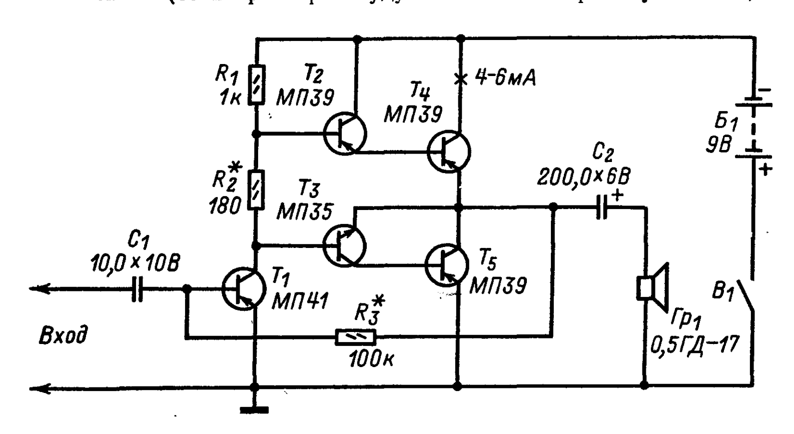


Рис. 46. Принципиальная схема усилителя с двухтактным бестрансформаторным выходным каскадом.

Транзисторы МП41 (или аналогичные им МП39, МП40, МП42) подбирают с коэффициентом $h_{21Э}$ в пределах от 20 до 100. Динамическую головку 0,1ГД-12 с выходным трансформатором $Тр_1$ можно заменить телефонным капсюлем ДЭМ-4М, включив его непосредственно в цепь коллектора транзистора T_3. Можно также применить более мощную головку, например 0,25ГД-1, 0,5ГД-12, 1ГД-18. В этом случае транзистор МП41 выходного каскада следует заменить транзистором средней или большой мощности и использовать выходной трансформатор, соответствующий другой головке.

Бестрансформаторный усилитель, принципиальная схема которого приведена на рис. 46, предназначен для малогабаритной аппаратуры. Его выходная мощность около 250 мВт, чувствительность 25 мВ, напряжение питания 9 В, ток покоя 5 мА, средний потребляемый ток при максимальном сигнале не превышает 50 мА.

Сигнал низкой частоты через конденсатор C_1 поступает на базу транзистора T_1 каскада предварительного усиления, усиливается и выделяется на его нагрузочном резисторе R_1. Резистор R_2 служит для создания начального напряжения смещения на базах транзисторов T_2 и T_3, непосредственно связанных с коллекторной цепью тран-

зистора T_1. Непосредственная связь улучшает частотную характеристику усилителя. Благодаря разной структуре транзисторов T_2 и T_3 на базы транзисторов T_4 и T_5 подаются напряжения в противофазе, что необходимо для работы двухтактного усилителя мощности.

Для улучшения качества работы и повышения температурной стабилизации усилитель охвачен отрицательной обратной связью. Напряжение отрицательной обратной связи снимается с выхода усилителя и через резистор R_3 подается в цепь базы транзистора T_1.

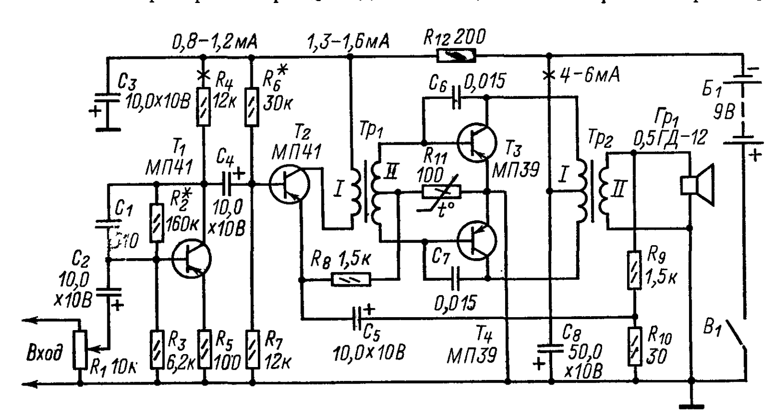


Рис. 47. Принципиальная схема усилителя на трансформаторах.

Сопротивление этого резистора, определяющего режим всего усилителя по постоянному току, подбирают во время налаживания.

В усилителе можно использовать транзисторы МП37, МП38, МП40—МП42, ГТ108 и др. Головка $Гр_1$ — со звуковой катушкой сопротивлением 6—10 Ом. Для питания усилителя лучше всего использовать две батареи 3336Л, соединив их последовательно. Пары транзисторов T_2 и T_3, T_4 и T_5 желательно подобрать с возможно близкими параметрами $I_{КБО}$ и $h_{21Э}$.

Принципиальная схема усилителя, аналогичного предыдущему усилителю, но на трансформаторах, приведена на рис. 47. Первый его каскад собран на транзисторе T_1 с нагрузочным резистором R_4 в цепи коллектора. Во втором каскаде работает транзистор T_2. В его коллекторную цепь включена первичная обмотка согласующего трансформатора $Тр_1$. Со вторичной обмотки трансформатора напряжение НЧ подается на базы транзисторов T_3 и T_4 двухтактного выходного каскада. В цепи коллекторов этих транзисторов включены половины первичной обмотки выходного трансформатора $Тр_2$. К его вторичной обмотке подключена динамическая головка $Гр_1$, являющаяся нагрузкой двухтактного выходного каскада. Последние два каскада усилителя НЧ охвачены отрицательной обратной связью, напряжение которой снимается с делителя R_9R_{10}, подключенного ко вторичной обмотке выходного трансформатора, и через конденсатор C_5 подается в цепь эмиттера транзистора T_2.

Делитель напряжения R_8R_{11} базовой цепи транзисторов T_3 и T_4 питается током эмиттера транзистора T_2. Температурная стабилизация режима транзисторов T_3 и T_4 осуществляется терморезистором R_{11}. Коррекция частотной характеристики первого и выходного каскадов усилителя НЧ происходит благодаря действию частотно-зависимых обратных связей через конденсаторы C_1, C_6 и C_7, включенные между коллекторами и базами транзисторов этих каскадов.

Трансформаторы $Тр_1$ и $Тр_2$ — малогабаритные согласующий и выходной. Терморезистор R_{11} (если его нет) можно заменить резистором сопротивлением 100 Ом. Питание осуществляется от батареи напряжением 9 В, потребляемый ток при отсутствии сигнала составляет 3 мА.

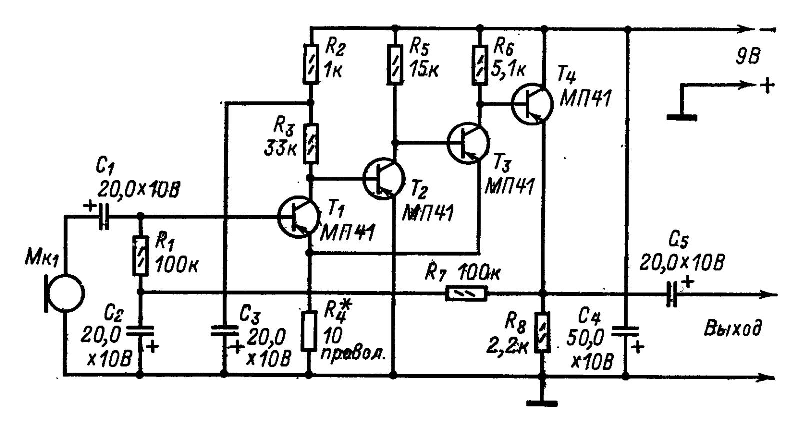


Рис. 48. Принципиальная схема микрофонного усилителя.

Следующий усилитель (рис. 48) — микрофонный. Он обладает большой чувствительностью, работает от любого динамического микрофона, прост в налаживании. Его транзисторы могут быть с малым коэффициентом $h_{21Э}$ (20—40). Питание осуществляется от двух батарей 3336Л, соединенных последовательно. Потребляемый ток составляет 5—6 мА.

Сигнал низкой частоты, созданный микрофоном $Мк_1$, через конденсатор C_1 поступает на базу транзистора T_1. Напряжение смещения на базу этого транзистора подается из эмиттерной цепи транзистора T_4 через резисторы R_7 и R_1. Это же напряжение является и напряжением отрицательной обратной связи, улучшающим работу всего усилителя.

Усиленный транзистором T_1 сигнал НЧ выделяется на нагрузочном резисторе R_3, усиливается транзисторами T_2 и T_3 и далее поступает на базу транзистора T_4, являющегося эмиттерным повторителем. С его нагрузочного резистора R_8 сигнал через конденсатор C_5 подается на вход мощного усилителя. Резистор R_2 и конденсатор C_3 образуют ячейку развязывающего фильтра. Резистор R_4 представляет собой отрезок провода с большим удельным сопротивлением, намотанного на резистор МЛТ-0,5 сопротивлением более

1 кОм. Сопротивление этого резистора подбирают так, чтобы усилитель не самовозбуждался. Им, кроме того, регулируют коэффициент усиления всего усилителя. При малом коэффициенте $h_{21э}$ транзисторов (меньше 30) этот резистор можно исключить.

Желательно, чтобы все транзисторы были с возможно малым обратным током коллектора (не более 5 мкА) и малошумящими, например МП39Б. Для проверки шумовых свойств микрофонный усилитель подключают к оконечному мощному, замыкают положительный электрод конденсатора C_1 на плюсовой провод источника питания и, включив его, прослушивают уровень шума в головке громкоговорителя. Если нужно, поочередно заменяют транзисторы до получения минимального уровня шума.

Усилитель на рис. 49 предназначен для воспроизведения грамзаписи. Но его можно использовать и в радиовещательном прием-

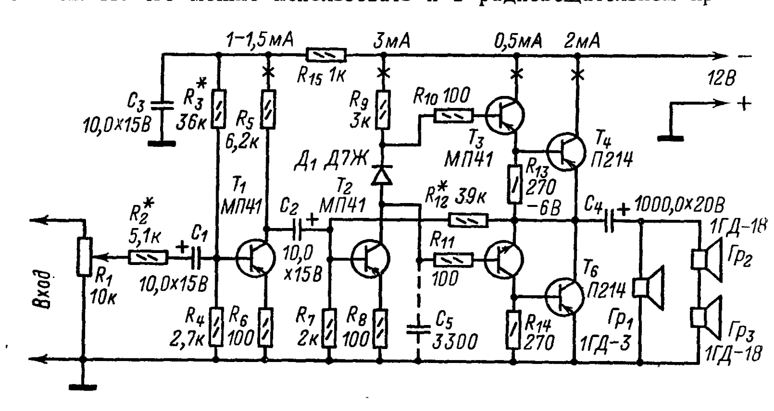


Рис. 49. Принципиальная схема мощного усилителя.

нике. Выходная мощность усилителя 1,5—2 Вт. Питание осуществляется от батареи, составленной из элементов 373, или от стабилизированного выпрямителя с выходным напряжением 12 В (см. стр. 123). Потребляемый ток в режиме молчания составляет 7 мА, при наибольшей громкости сигнала — 300 мА.

Сигнал от звукоснимателя (или другого источника колебаний звуковой частоты) подается на резистор R_1, являющийся регулятором громкости, а с его движка через резистор R_2 и разделительный конденсатор C_1 — на базу транзистора T_1. Усиленный сигнал выделяется на нагрузочном резисторе R_5. Делитель напряжения, составленный из резисторов R_3, R_4, и резистор R_6 и цепи эмиттера — элементы температурной стабилизации каскада.

Во втором каскаде работает транзистор T_2, нагруженный на резистор R_9. Отрицательная обратная связь по току осуществляется резистором R_8. Конденсатор C_2 — переходный.

Выходной каскад на транзисторах T_4 и T_6 работает в режиме В по последовательно-параллельной схеме. Его особенностью является высокий к. п. д. и отсутствие трансформаторов. В предоконечном каскаде работают транзисторы T_3 (МП41) и T_5 (МП35), обеспечи-

вающие транзисторам T_4 и T_6 выходного каскада двухтактный режим работы. Диод $Д_1$ стабилизирует работу усилителя при изменении окружающей температуры. Резисторы R_{10} и R_{11} снижают влияние разброса параметров транзисторов T_3 и T_5 на работу усилителя. Резисторы R_{13} и R_{14} — элементы цепи температурной стабилизации.

Для уменьшения нелинейных искажений три последних каскада усиления охвачены отрицательной обратной связью, напряжение которой снимается с нагрузки усилителя — головок $Гр_1$—$Гр_3$ громкоговорителя — и через резистор R_{12} подается на базу транзистора T_2. Этим значительно улучшается частотная характеристика всего усилителя.

Резисторы и конденсаторы усилителя могут быть любыми. Транзисторы T_3, T_5 и T_4, T_6 должны быть подобраны с идентичными параметрами $I_{КБО}$ и $h_{21Э}$.

Монтаж усилителя производится на гетинаксовой плате толщиной 1,5—2 мм. Транзисторы T_4 и T_6 должны иметь теплоотводы в виде прямоугольных пластин размером 40×40 мм, изготовленных из красной меди или алюминия толщиной 2—3 мм.

Налаживание усилителя сводится к подбору указанных на принципиальной схеме режимов транзисторов, подбору резистора обратной связи R_{12} и корректирующего конденсатора C_5 (на схеме показан штриховыми линиями). Напряжение в точке симметрии выходного каскада, устанавливаемое подбором резистора R_{12}, должно быть равно половине напряжения источника питания.

Для естественного звуковоспроизведения передач с различным частотным содержанием соответственно изменяют (корректируют) частотную характеристику усилителя. С этой целью в усилитель вводят несколько регуляторов тембра, каждый из которых изменяет характеристику в определенном участке частот. Описываемый здесь блок частотной коррекции предназначается для высококачественного усилителя НЧ. При подключении такого блока ко входу усилителя повышается его чувствительность примерно в 2 раза. Частотная характеристика блока может изменяться не менее чем на 12 дБ на низших частотах и на 15 дБ на частоте 10 кГц. Питание блока коррекции осуществляется от источника напряжением 12 В, питающего усилитель.

Принципиальная схема блока частотной коррекции приведена на рис. 50. Транзистор T_1 первого каскада включен по схеме эмиттерного повторителя, что обеспечивает блоку высокое входное сопротивление. Переменным резистором R_1 (с логарифмической зависимостью сопротивления от угла поворота движка) плавно регулируют громкость. Во втором каскаде на транзисторе T_2 осуществляется частотная коррекция с помощью частотнозависимой обратной связи. Напряжение обратной связи подается из цепи коллектора транзистора T_2 в цепь эмиттера того же транзистора. Коррекцию низших частот производят переменным резистором R_{11}. При перемещении движка этого резистора в сторону коллектора уменьшается усиление в области низших частот. Когда же движок находится ближе к эмиттеру транзистора T_2, то уменьшается обратная связь и повышается усиление низших частот. Коррекция высших частот осуществляется переменным резистором R_{14}. В верхнем (по схеме) положении движка усиление высших частот уменьшается, а в нижнем — увеличивается. Проводники, соединяющие блок коррекции с усилителем, должны быть экранированы, если их длина превышает 250—300 мм.

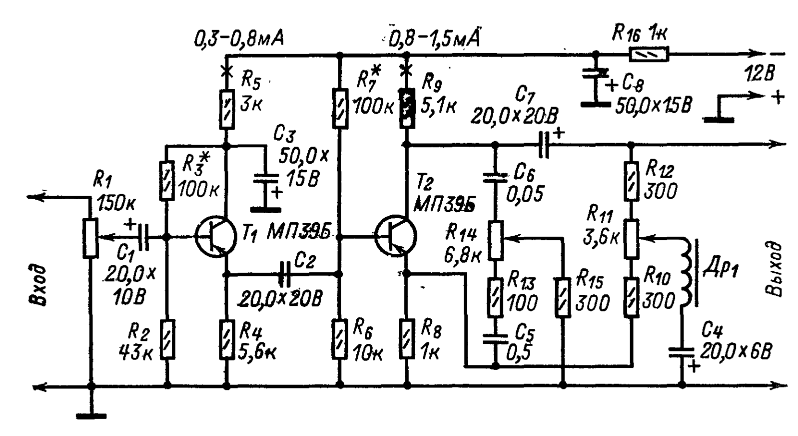


Рис. 50. Принципиальная схема блока частотной коррекции.

В блоке используются детали широкого применения. Транзисторы должны быть малошумящими. Индуктивность низкочастотного дросселя $Др_1$ 1 Г. Монтаж блока может быть выполнен на одной плате с усилителем НЧ.

Для налаживания блока нужны звуковой генератор, от которого на вход блока подают сигнал напряжением 50 мВ, и осциллограф для снятия осциллограммы. Режимы транзистора устанавливают подбором резисторов R_3 и R_7.

Приемники

Повысить уровень сигнала на выходе детекторного приемника можно также заменой в нем диода на транзистор. Тогда, кроме детектирования, транзистор будет еще и усиливать сигнал.

На рис. 51 приведены несколько однотранзисторных приемников. В приемнике по схеме на рис. 51,*а* детектирование высокочастотного сигнала происходит в цепи база — эмиттер транзистора T_1. Выделенный сигнал НЧ усиливается тем же транзистором и в его коллекторной цепи головными телефонами $Тф_1$ преобразуется в звуковые колебания. Конденсатор C_2 является блокировочным.

Такой приемник немногим сложнее детекторного. Данные его колебательного контура и других деталей такие же. Отвод катушки L_1 колебательного контура делают от $^1/_3$—$^1/_5$ части витков, считая от заземленного конца. Настройку контура можно осуществлять любым способом.

Транзистор может быть любым — как низкочастотным, так и высокочастотным. Однако предпочтение следует отдать высокочастотному. Влияние частотных свойств транзистора на громкость принимаемого сигнала можно проверить опытным путем.

Приемник по схеме на рис. 51,*б* можно подключить ко входу любого из описанных усилителей НЧ. Вместо головных телефонов в цепь коллектора транзистора T_1 включен резистор R_1. Выделенный

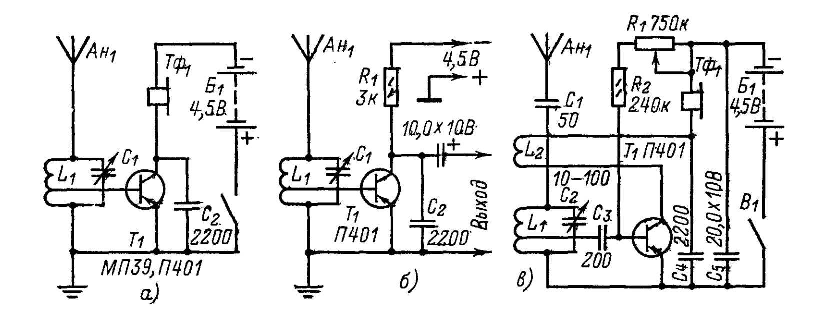


Рис. 51. Принципиальные схемы однотранзисторных приемников.

на нем сигнал звуковой частоты через конденсатор поступает на вход усилителя, усиливается и воспроизводится головными телефонами или громкоговорителем.

Простейшие детекторные и однотранзисторные приемники обладают низкой избирательностью. Повысить избирательность можно введением положительной обратной связи. При этом возрастает и чувствительность приемника.

В приемнике по схеме на рис. 51, *в* применена регулируемая положительная обратная связь между коллекторной и базовой цепями транзистора T_1. Такой каскад называют регенеративным, а процесс обратного действия коллекторной цепи на цепь базы — регенерацией. Применение положительной обратной связи дает возможность увеличить напряжение принимаемого сигнала в десятки раз.

Существенными недостатками регенеративного каскада являются неустойчивость режима его работы при сильной регенерации, существенные искажения принятого сигнала, а также создание помех в момент самовозбуждения каскада.

Сигнал радиостанции, на волну которой настроен контур L_1C_2, через конденсатор C_3 поступает на базу транзистора T_1 и детектируется им. Высокочастотная составляющая коллекторного тока, протекающая через катушку обратной связи L_2, индуктивно связана с контурной катушкой L_1 и наводит в ней э. д. с. с частотой сигнала. В результате напряжение на контуре возрастает, что равносильно увеличению добротности контурной катушки. При этом увеличивается и общее усиление каскада. Чем больше величина обратной связи, тем больше усиление каскада.

Величину обратной связи регулируют переменным резистором R_1. При некоторой достаточно большой обратной связи каскад самовозбудится и радиоприем будет происходить с сильными искажениями. Оптимальную обратную связь, близкую к порогу возбуждения, подбирают опытным путем при приеме радиостанции.

Признаком работы регенеративного каскада является возникновение генерации при сближении катушек L_1 и L_2 при среднем положении переменного резистора R_1. Если генерация не возникает, выводы катушки L_2 меняют местами.

Продетектированный и усиленный транзистором сигнал головные телефоны преобразуют в звук. Конденсаторы C_4 и C_5 являются блокировочными.

Контурную и катушку обратной связи наматывают на бумажных каркасах, свободно перемещающихся по ферритовому стержню марки 600НН диаметром 8 мм и длиной 80—100 мм. Катушка L_1 содержит 260 витков провода диаметром 0,1 мм в любой изоляции, намотанных тремя секциями (ширина секций 8 мм, расстояние между ними 15 мм) с отводом от 30-го витка, считая от заземленного конца. Катушка L_2 содержит 20 витков такого же провода. Ее положение на ферритовом стержне подбирают при налаживании.

Транзистор П401 может быть заменен любым другим высокочастотным транзистором структуры *р-п-р*. Конденсатор C_2 — типа КПК-2. Его можно заменить любым другим конденсатором переменной емкости.

Определенный интерес представляют простые транзисторные приемники с питанием от «земляной» батареи или за счет энергии

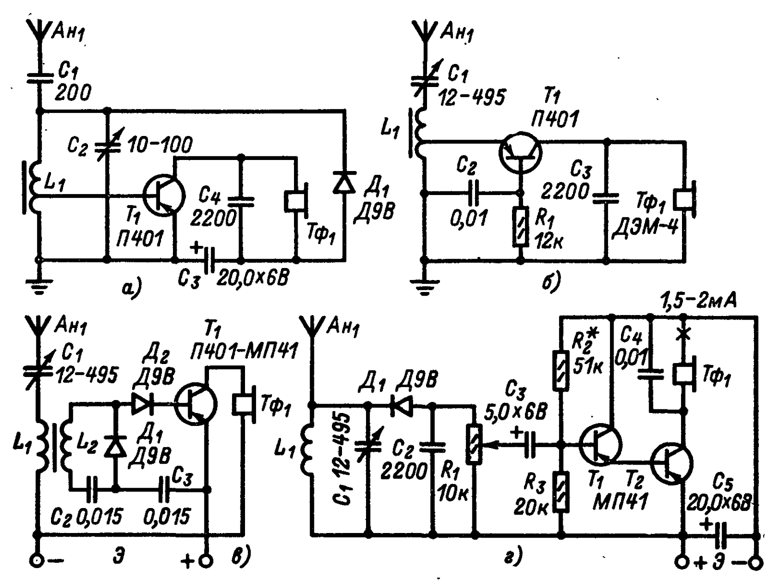


Рис. 52. Принципиальные схемы приемников с питанием энергией радиостанции (*а*, *б*) и с питанием от «земляной» батареи (*в*, *г*).

высокочастотного поля мощной радиостанций. Принципиальные схемы нескольких вариантов таких приемников изображены на рис. 52.

В приемнике по схеме на рис. 52, *а* колебания высокой частоты, выпрямленные диодом $Д_1$, заряжают конденсатор C_3. Энергия заряженного конденсатора используется для питания транзистора. Конденсатор C_1 служит для связи контура L_1C_2 с антенной и ослабляет ее влияние на настройку контура. Конденсатор C_4 — блокировочный. Нагрузкой транзистора может быть капсюль ДЭМ-4М, низкоомные телефоны или малогабаритный телефон ТМ-2.

Транзистор T_1 — любой высокочастотный малой мощности, име-

ющийся в распоряжении радиолюбителя. Конденсатор C_2 — подстроечный типа КПК-2 или любой конденсатор переменной емкости. Катушку L_1, содержащую 120—140 витков провода ПЭВ 0,12—0,15, с отводом от 10-го витка (считая от заземленного конца), наматывают на бумажном каркасе, свободно перемещающемся по ферритовому стержню марки 600НН длиной 100 мм, диаметром 8 мм.

В приемнике по схеме на рис. 52, *б* высокочастотный сигнал детектируется и усиливается транзистором. Отрицательное напряжение смещения на базе транзистора создается за счет падения напряжения постоянной составляющей сигнала на нагрузке в коллекторной цепи.

Транзисторы приемников, собранных по схемам на рис. 52, *в* и *г*, питаются от «земляной» батареи или, точнее, «земляного» гальванического элемента, подключаемого к зажимам *Э*. Такой элемент представляет собой два электрода из разных материалов, помещенные во влажную землю. Качество такого элемента зависит от самой земли, размеров и материала электродов. «Жирная» земля лучше, чем песчаная. С увеличением площади электродов увеличивается отдаваемая элементом мощность. Электродами элемента могут быть гальванические пары алюминий — медь, цинк — медь, сталь — медь. Напряжение, развиваемое таким элементом, — от 0,8 до 1,1 В.

Земляной элемент может быть образован медным и стальным стержнями длиной 400 мм, вбитыми в землю на расстоянии 50 мм один от другого. Диаметр медного стержня 4 мм, стального — 2,5 мм. Листовые электроды, например пластины из стали и меди размерами 200$\times$250 мм, закапывают в землю на глубину 1—1,5 м на расстоянии 300—400 мм друг от друга. Положительным электродом будет медь, отрицательным — сталь. Вывод отрицательного электрода должен быть обязательно хорошо изолирован от почвы, чтобы не образовалось дополнительной гальванической пары.

Антенная катушка L_1 приемника по схеме на рис. 52, *в* содержит 180 витков провода ПЭВ 0,25—0,3, контурная L_2 — 120 витков провода ПЭВ 0,4—0,5, намотанных на круглом стержне длиной 50—60 мм из феррита марки 400НН или 600НН.

Режим работы транзисторов приемника по схеме на рис. 52, *г* устанавливают подбором резистора R_2, добиваясь наибольшей громкости принимаемого сигнала. Резистор R_1 — регулятор громкости.

В простых приемниках один и тот же транзистор радиолюбители, особенно начинающие, часто используют дважды: для усиления колебаний высокой частоты и одновременно — колебаний звуковой частоты. Такие приемники называются рефлексными.

Принципиальная схема возможного варианта однотранзисторного рефлексного приемника приведена на рис. 53. Прием ведется на магнитную антенну $Ан_1$. Входной настраиваемый контур приемника образуют катушка L_1 и конденсатор C_1. Катушка L_2 является катушкой связи контура магнитной антенны с базой транзистора T_1. Сигнал радиостанции, усиленный транзистором, выделяется на дросселе $Др_1$, являющемся высокочастотной нагрузкой транзистора, и через конденсатор C_4 подается на диод $Д_1$. Выделенный детектором сигнал НЧ через резистор R_1 и катушку связи L_2 поступает на базу того же транзистора, усиливается им и головными телефонами $Тф_1$, выполняющими роль низкочастотной нагрузки, преобразуется в звуковые колебания.

Начальное отрицательное напряжение смещения на базу транзистора подается через телефоны, резистор R_2, диод $Д_1$, резистор R_1

и катушку связи L_2. Конденсаторы C_2, C_3 и C_5 — блокировочные. Конденсатор C_6, показанный на схеме штриховыми линиями, подключают для борьбы с самовозбуждением приемника.

Для магнитной антенны используют стержень диаметром 8 и длиной 100 мм из феррита марки 600НН. Катушка L_1 содержит 180 витков провода ПЭВ 0,15, намотанных шестью секциями по 30 витков в каждой, а катушка L_2 — 20 витков. Катушки намотаны на бумажных каркасах, которые можно перемещать по ферритовому стержню (рис. 54). Такая конструкция сохраняется и для других приемников, описанных далее. Дроссель $Др_1$ намотан на кольце с

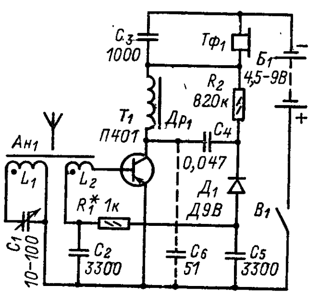


Рис. 53. Принципиальная схема однотранзисторного рефлексного приемника.

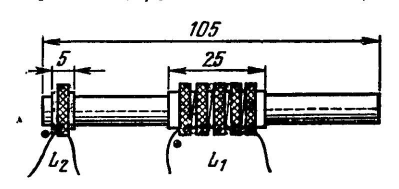


Рис. 54. Конструкция катушек и их расположение на ферритовом стержне.

внешним диаметром 7—10 мм из феррита марки 600НН или 1000НН и содержит 300—350 витков провода ПЭВ 0,1.

Схема двухтранзисторного рефлексного приемника показана на рис. 55. Первый каскад является повторением предыдущего однотранзисторного приемника, но его низкочастотной нагрузкой служит резистор R_2. Создающиеся на резисторе R_2 колебания НЧ через кон-

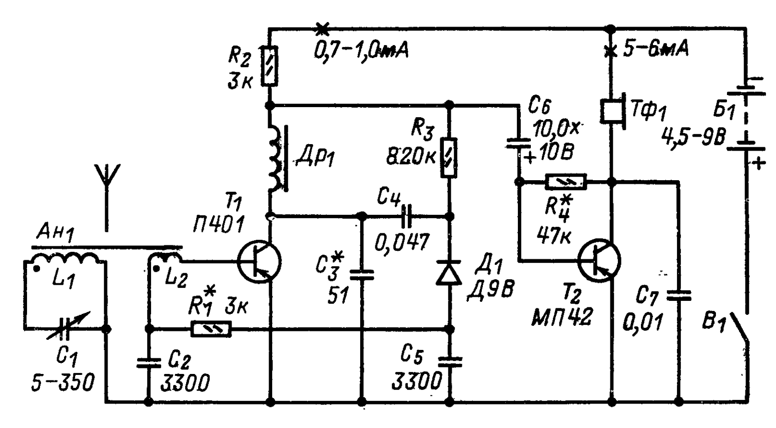


Рис. 55. Принципиальная схема двухтранзисторного рефлексного приемника.

денсатор C_6 подаются на базу транзистора T_2, усиливаются им и низкоомными телефонами (или капсюлем ДЭМ-4М), включенными в его коллекторную цепь, преобразуются в звуковые колебания.

Детали такого приемника можно смонтировать на плате размером 50×50 мм (рис. 56), которую вместе с батареей питания («Крона», 7Д-0,1) и магнитной антенной следует разместить в футляре подходящих габаритов.

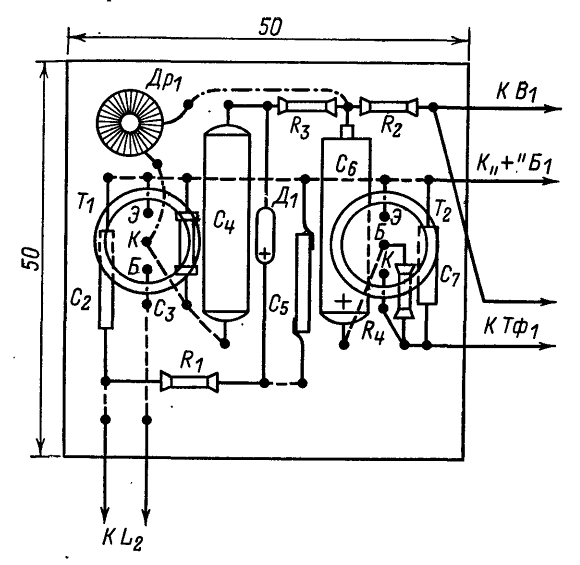


Рис. 56. Монтажная плата двухтранзисторного рефлексного приемника (вид со стороны деталей).

Схема еще одного варианта рефлексного приемника приведена на рис. 57. Его первый каскад на транзисторе T_1 аналогичен такому же каскаду предыдущего приемника (и однотранзисторному рефлексному). Но питание его транзистора осуществляется через переменный резистор R_3, выполняющий роль регулятора громкости. По мере перемещения движка резистора вниз (по схеме) напряжение на коллекторе транзистора и его усиление уменьшаются.

Усилитель НЧ приемника однокаскадный, но в нем работают два транзистора (T_2 и T_3), включенные по схеме составного транзистора. Коэффициент усиления такого каскада равен примерно произведению коэффициентов $h_{21Э}$ используемых в нем транзисторов. Нагрузкой усилителя является маломощная головка $Гр_1$, например 0,1ГД-6, включенная в общую коллекторную цепь транзисторов через малогабаритный выходной трансформатор $Тр_1$.

К рефлексному каскаду можно также подключить какой-либо другой двух-трехкаскадный усилитель НЧ, в том числе любой из тех, что описаны в начале этого раздела.

Выполнение одним и тем же транзистором нескольких функций одновременно позволяет сокращать общее число деталей, использу-

емых в приемниках, делать их малогабаритными («карманными»). Но из-за склонности к самовозбуждению рефлексные приемники часто работают нестабильно, с искажениями принятого сигнала.

Трехтранзисторный приемник прямого усиления с внутренней магнитной антенной, схема которого показана на рис. 58, по своим техническим данным аналогичен двухтранзисторному приемнику, но работает стабильнее, проще в налаживании.

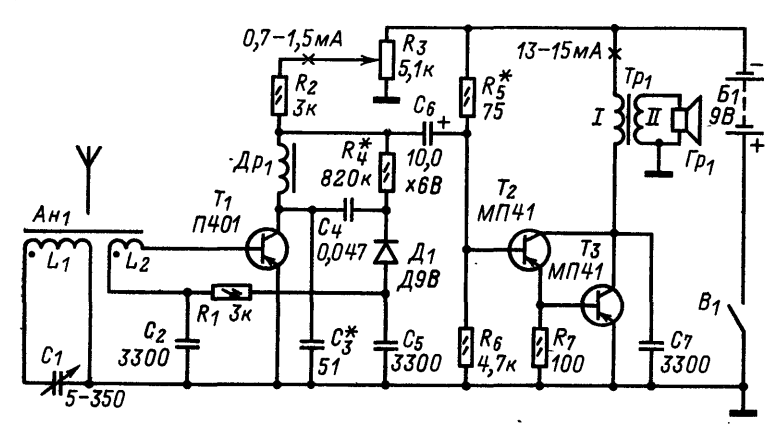


Рис. 57. Принципиальная схема трехтранзисторного рефлексного приемника.

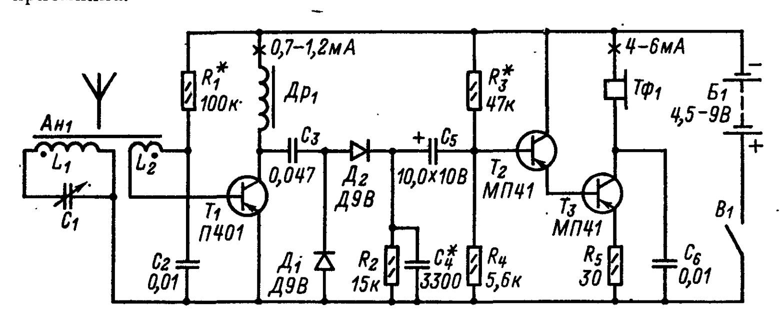


Рис. 58. Принципиальная схема трехтранзисторного приемника прямого усиления.

Входной настраиваемый контур магнитной антенны приемника образуют катушка L_1 и конденсатор переменной емкости C_1. Через катушку связи L_2 сигнал радиостанции поступает на базу транзистора T_1 усилителя ВЧ. Напряжение смещения на базу этого транзистора подается через резистор R_1 и катушку L_2. Усиленный сигнал ВЧ выделяется на дросселе $Др_1$ и через разделительный конденсатор C_3 поступает на вход детекторного каскада на диодах $Д_1$ и $Д_2$, включенных по схеме удвоения напряжения выпрямленного сигнала.

Сущность действия такого детектора заключается в следующем. При отрицательных полупериодах ВЧ сигнала открывается диод $Д_1$ и через него заряжается конденсатор C_3 до максимального напряжения. При положительных полупериодах, когда диод $Д_1$ закрыт, на открывающийся в это время диод $Д_2$ подается напряжение, равное сумме напряжений сигнала и заряда конденсатора C_3. В результате на резисторе R_2, являющемся нагрузкой детектора, создается примерно в 2 раза большее напряжение НЧ, чем на выходе детектора с одним диодом.

Такой детектор используется во многих описываемых здесь приемниках.

Выделенный детектором сигнал НЧ через конденсатор C_5 подается на вход двухтранзисторного усилителя НЧ. Связь между

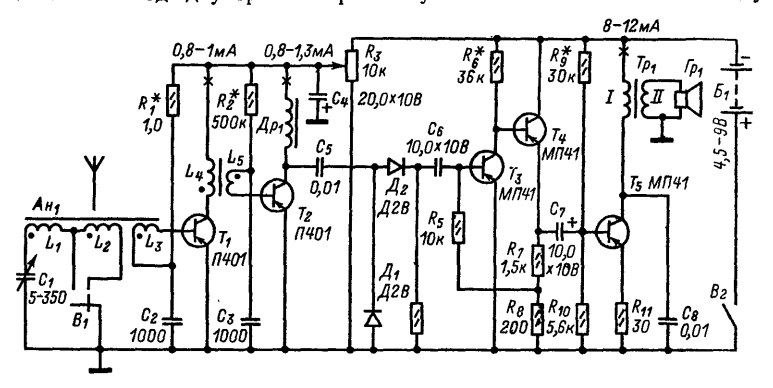


Рис. 59. Принципиальная схема пятитранзисторного приемника.

транзисторами усилителя непосредственная: эмиттер транзистора T_2 непосредственно соединен с базой выходного транзистора T_3. Усиленный сигнал преобразуется телефоном $Тф_1$ (капсюль ДЭМ-4М или низкоомные телефоны) в звуковые колебания.

Напряжение смещения на базу транзистора T_2, определяющее и режим работы транзистора T_3 (поскольку связь между ними непосредственная), подается с делителя напряжения R_3R_4. Конденсаторы C_2, C_4 и C_6 — блокировочные.

Практически в приемнике могут работать резисторы и конденсаторы любых типов, однако от их габаритов будут зависеть размеры монтажной платы и самого приемника. Данные контура L_1C_1 магнитной антенны, катушки связи L_2 и дросселя $Др_1$ — такие же, как в предыдущих рефлексных приемниках. Малогабаритный конденсатор C_1 с максимальной емкостью 350—380 пФ может быть заменен конденсатором типа КПК-2 или КПК-3, но при этом несколько уменьшится перекрытие по диапазону.

Транзистор П401 (T_1) может быть заменен транзисторами П402, П403, П422, ГТ309, транзисторы МП41 — транзисторами МП39, МП40, МП42, ГТ108. Но транзисторы могут быть структуры *n-p-n*, например КТ315, ГТ311 и МП35, МП38. В этом случае надо изменить полярность включения источника питания и электролитического конденсатора C_5. Диоды $Д_1$ и $Д_2$ — любые точечные.

Принципиальная схема пятитранзисторного двухдиапазонного приемника приведена на рис. 59. Во время приема радиостанций длинноволнового диапазона контур магнитной антенны образуют катушки L_1, L_2 и конденсатор переменной емкости C_1, при приеме радиостанций средневолнового диапазона — только катушка L_1 и конденсатор C_1. Принятый сигнал через катушку связи L_3 поступает на базу транзистора T_1, усиливается и через высокочастотный трансформатор L_4L_5 подается на базу транзистора T_2 второго каскада усилителя ВЧ. Усиленный сигнал выделяется на дросселе $Др_1$ и через разделительный конденсатор C_5 поступает на вход детектора на диодах $Д_1$ и $Д_2$, включенных по схеме удвоения напряжения.

Подбором резисторов R_1 и R_2 устанавливают режимы работы транзисторов T_1 и T_2. Конденсаторы C_2—C_4 блокировочные. Переменным резистором R_3 изменяют напряжение питания транзисторов T_1 и T_2 и тем самым регулируют чувствительность приемника и громкость звука принимаемого сигнала.

Усилитель НЧ — трехкаскадный. Транзисторы T_3 и T_4 взаимно термостабилизированы за счет непосредственной связи и обратной связи по постоянному току через резистор R_5. В коллекторную цепь транзистора T_5 включена первичная обмотка выходного трансформатора $Тр_1$, вторичная обмотка — на головку $Гр_1$.

Катушки входной цепи приемника наматывают проводом ПЭВ 0,15. Ферритовый стержень — марки 600НН, диаметром 8 и длиной 120—140 мм. Катушка L_1 содержит 60, L_2 — 150, L_3 — 5—10 витков. Катушки L_4 и L_5 высокочастотного трансформатора намотаны на кольце диаметром 7—8 мм из феррита марки 600НН и содержат соответственно 70 и 35 витков провода ПЭВ 0,1 (кольцо можно расколоть бокорезами на две половины, намотать на них катушки, а затем склеить клеем БФ-2). Дроссель $Др_1$ наматывают на таком же кольце и таким же проводом до заполнения внутреннего отверстия (300—350 витков).

Трансформатор $Тр_1$ — малогабаритный, от любого карманного приемника. Динамическая головка 0,15ГД-1. Источником питания могут быть батарея «Крона», две батареи 3336Л, соединенные последовательно, или аккумуляторная батарея 7Д-0,1.

Для предупреждения самовозбуждения приемника стержень магнитной антенны надо располагать возможно дальше от трансформатора ВЧ. Иногда трансформатор ВЧ бывает полезно заключить в экран, который надо заземлить.

На рис. 60 показана схема сравнительно простого пятитранзисторного однодиапазонного приемника, предложенного радиолюбителем В. П. Мелешенковским.

Сигнал радиостанции, на частоту которой настроен контур L_1C_1 магнитной антенны $Ан_1$, через катушку связи L_2 и конденсатор C_2 поступает на вход двухкаскадного усилителя ВЧ на транзисторах T_1 и T_2, непосредственно связанных между собой. С резистора R_4 усиленный сигнал через конденсатор C_4 подается для детектирования на диоды $Д_1$ и $Д_2$, включенные по схеме удвоения напряжения. Резисторы R_3 и R_5 стабилизируют работу транзисторов при изменении температуры. Через резистор R_1 на базу транзистора T_1 подается напряжение смещения, снимаемое с эмиттерного резистора R_5. Усилитель НЧ приемника трехкаскадный. Его первые два каскада на транзисторах T_3 и T_4 аналогичны (по схеме) усилителю ВЧ, но в них работают низкочастотные транзисторы. В третьем, выходном, каскаде работает транзистор T_5 структуры *n-p-n*, непосредственно свя-

занный с транзистором T_4. В его коллекторную цепь включен выходной трансформатор $Тр_1$, ко вторичной обмотке которого подключена динамическая головка $Гр_1$, воспроизводящая принятый сигнал радиостанции. Резисторы R_{10} и R_{13} стабилизируют работу транзисторов усилителя НЧ. Резистор R_7 и конденсатор C_5 образуют ячейку развязывающего фильтра в цепи питания усилителя ВЧ. Резистор R_6 — регулятор чувствительности приемника. Конденсаторы C_5, C_6, C_8 и C_9 — блокировочные.

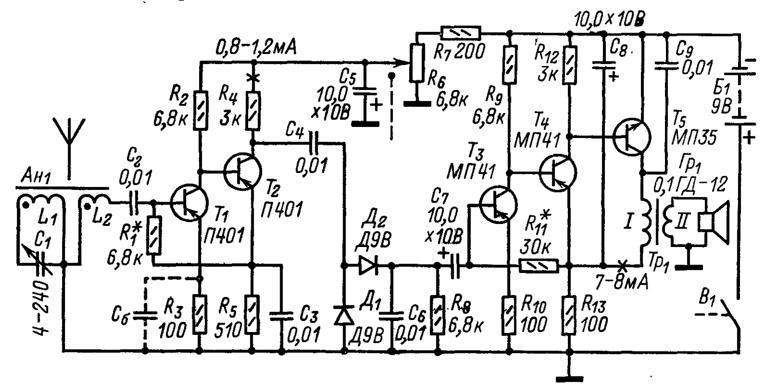


Рис. 60. Принципиальная схема приемника с непосредственными связями между каскадами конструкции В. Мелешенковского.

Для получения наибольшей чувствительности приемника при налаживании устанавливают движок переменного резистора R_6 в верхнее по схеме положение, а перемещением катушки связи L_2 добиваются наибольшей громкости принимаемого сигнала.

Питание приемника осуществляется от аккумуляторной батареи 7Д-01, батареи «Крона» или двух батарей 3336Л, соединенных последовательно.

Выходной трансформатор $Тр_1$ — малогабаритный. Диоды Д9В могут быть заменены любыми другими точечными диодами. В усилителе ВЧ могут работать транзисторы П401—П403, П416, ГТ308, в усилителе НЧ — МП39—МП42, МП37, МП38 с коэффициентом $h_{21Э}$ 30—80. Стержень магнитной антенны длиной 80 мм — из феррита марки 600НН. Катушка L_1 содержит 140 витков, а катушка L_2 — 10 витков провода ПЭВ 0,15.

Приемник прямого усиления, схема которого показана на рис. 61, по усмотрению радиолюбителя может быть как длинноволновым, так и средневолновым. Чувствительность его достаточна для приема на магнитную антенну не только местных, но и отдаленных мощных радиовещательных станций. Выходная мощность приемника 200 мВт. Питать приемник можно от батареи «Крона», аккумуляторной батареи 7Д-0,1 или двух батарей 3336Л. Ток покоя (около 10 мА) при максимальной громкости сигнала не превышает 40 мА. При необходимости напряжение питания может быть уменьшено до 4 В.

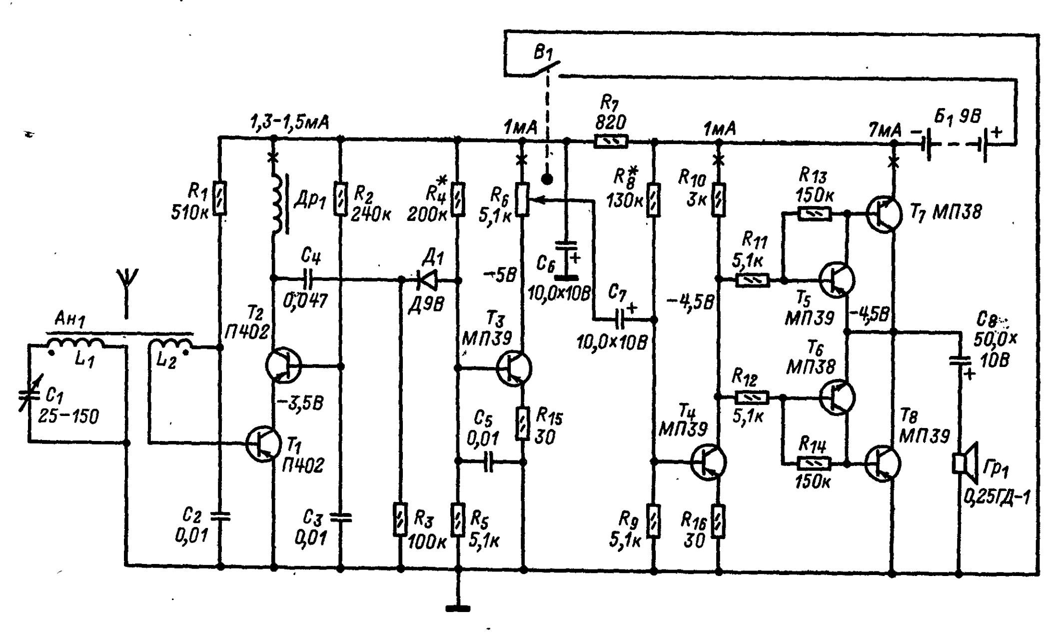


Рис. 61. Принципиальная схема приемника прямого усиления с повышенной чувствительностью.

Настраиваемый контур магнитной антенны образуют катушка L_1 и конденсатор переменной емкости C_1. Катушка L_2 — связующий элемент контура магнитной антенны с усилителем ВЧ.

В однокаскадном усилителе ВЧ работают транзисторы T_1 и T_2, включенные по каскодной схеме с последовательным питанием. Ток покоя их общей коллекторной цепи составляет 1—1,5 мА; его устанавливают подбором резисторов R_1 и R_2.

С дросселя $Др_1$ — нагрузки каскада усиленный высокочастотный модулированный сигнал через разделительный конденсатор C_4 поступает на диод $Д_1$ для детектирования. Выделенный диодом низкочастотный сигнал поступает на базу транзистора T_3 первого каскада усилителя низкой частоты, усиливается им, выделяется на резисторе R_6 коллекторной нагрузки и через разделительный конденсатор C_7 поступает на базу транзистора T_4 для дальнейшего усиления.

Резистором R_4 устанавливают режим работы транзистора T_3. Резистор R_7 и конденсатор C_6 образуют ячейку развязывающего фильтра. Конденсаторы C_2, C_3 и C_5 являются блокировочными.

Сигнал НЧ, усиленный транзистором T_4, выделяется на нагрузочном резисторе R_{10} и поступает на базы транзисторов T_5 и T_6 разных структур, а с их коллекторов — на базы транзисторов T_7 и T_8 двухтактного усилителя мощности. Мощный сигнал НЧ через разделительный конденсатор C_8 поступает к динамической головке $Гр_1$ и преобразуется в звуковые колебания.

Монтажная плата, рассчитанная на готовый футляр от приемника «Селга», и схема соединения деталей на ней показаны на рис. 62.

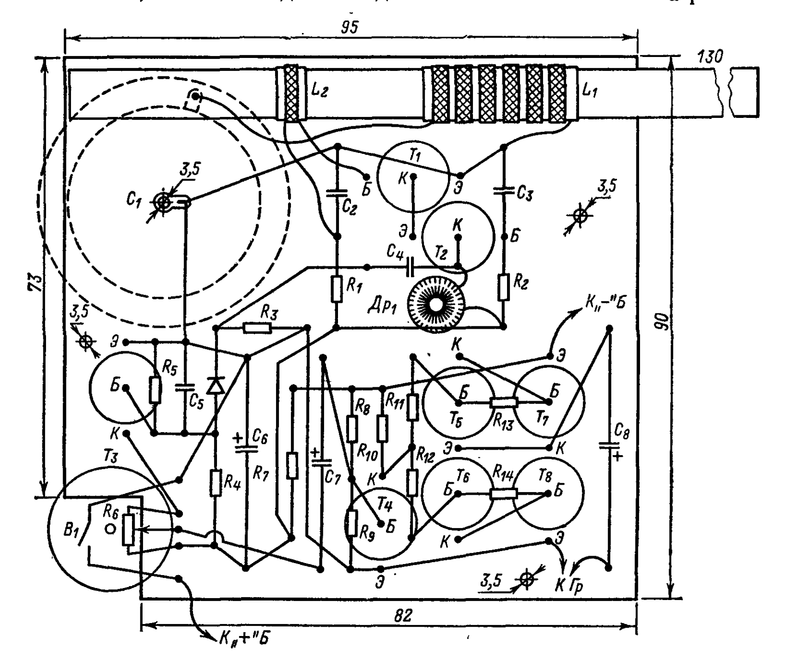


Рис. 62. Схема расположения и соединений деталей на плате.

Постоянные резисторы — МТ и МЛТ, переменный резистор R_6 с выключателем питания B_1 — СП3-3В, конденсаторы постоянной емкости — КМ, КЛС, К50-3, переменной емкости — КПК-2. Головка $Гр_1$—0,25ГД-1. Высокочастотные транзисторы П402 можно заменить транзисторами П401, П403, П416, ГТ309 и др., низкочастотные МП39 и МП38 — соответственно транзисторами МП40 — МП42, ГТ108 и МП35. Стержень магнитной антенны диаметром 8 и длиной 130 мм — из феррита марки 600НН.

Катушка L_1, рассчитанная на прием радиостанций средневолнового диапазона, содержит 180 витков провода ПЭВ 0,15, намотанного внавал шестью секциями по 30 витков в каждой секции, катушка L_2 — 5—10 витков. Дроссель $Др_1$ намотан на кольцо диаметром 7 мм из феррита 1000НН и содержит 300—350 витков провода ПЭВ 0,1. Для приема станций длинноволнового диапазона катушка L_1 должна содержать 240 витков, L_2 — 15 витков провода ПЭВ 0,1—0,15.

Монтажная плата выпилена из листового гетинакса толщиной 1,5 мм. В местах крепления деталей впрессованы пустотелые заклепки (их можно заменить отрезками медного луженого провода). Динамическую головку и монтажную плату крепят к передней стенке футляра винтами М2,5.

Ручка настройки имеет вид кольца, надетого на ротор конденсатора C_1. Кольцо выпиливают лобзиком из оргстекла толщиной 3—5 мм. По внешнему краю кольца делают насечку для удобства вращения ротора конденсатора. Для такой ручки настройки имеющееся отверстие в футляре приемника «Селга» увеличивают примерно до 32×7 мм. Кольцо приклеивают к ротору конденсатора клеем БФ-2.

Двухдиапазонный приемник прямого усиления 3-V-4, схема которого изображена на рис. 63, рассчитан на использование в нем транзисторов с малым коэффициентом $h_{21Э}$ (20—25). Чувствительность приемника 5 мВ/м, выходная мощность 90 мВт. Питание осуществляется от одной батареи 3336Л.

Усилитель ВЧ собран на трех транзисторах T_1—T_3 с непосредственной связью между ними. Транзисторы двух первых каскадов включены по схеме общего эмиттера, транзистор T_3 третьего каскада — по схеме эмиттерного повторителя. В целях термостабилизации каскады на транзисторах T_1 и T_2 охвачены параллельной отрицательной обратной связью по постоянному току через резистор R_4. Для уменьшения вероятности самовозбуждения приемника поставлены RC-фильтры R_3C_3 и $R_{13}C_{10}$.

Детекторный каскад выполнен на диодах $Д_1$ и $Д_2$, включенных по схеме умножения напряжения.

Усилитель низкой частоты — четырехкаскадный, с непосредственной связью между транзисторами. Последние два каскада выполнены по бестрансформаторной двухтактной схеме, что практически не требует подбора идентичной пары транзисторов в выходном каскаде.

Резисторы R_{13}, R_3 и конденсаторы C_{10}, C_3 образуют два развязывающих фильтра, предотвращающих самовозбуждение приемника из-за паразитных связей через общий источник питания.

Для обеспечения устойчивой работы в усилителе НЧ имеются две цепи отрицательной обратной связи. Первая основная цепь отрицательной обратной связи, термостабилизирующая усилитель и уменьшающая искажения, осуществляется через резистор R_{16}, а вторая — через резистор R_{10}, соединяющий эмиттер транзистора T_5 с базой первого транзистора T_4. Положительная обратная связь по пи-

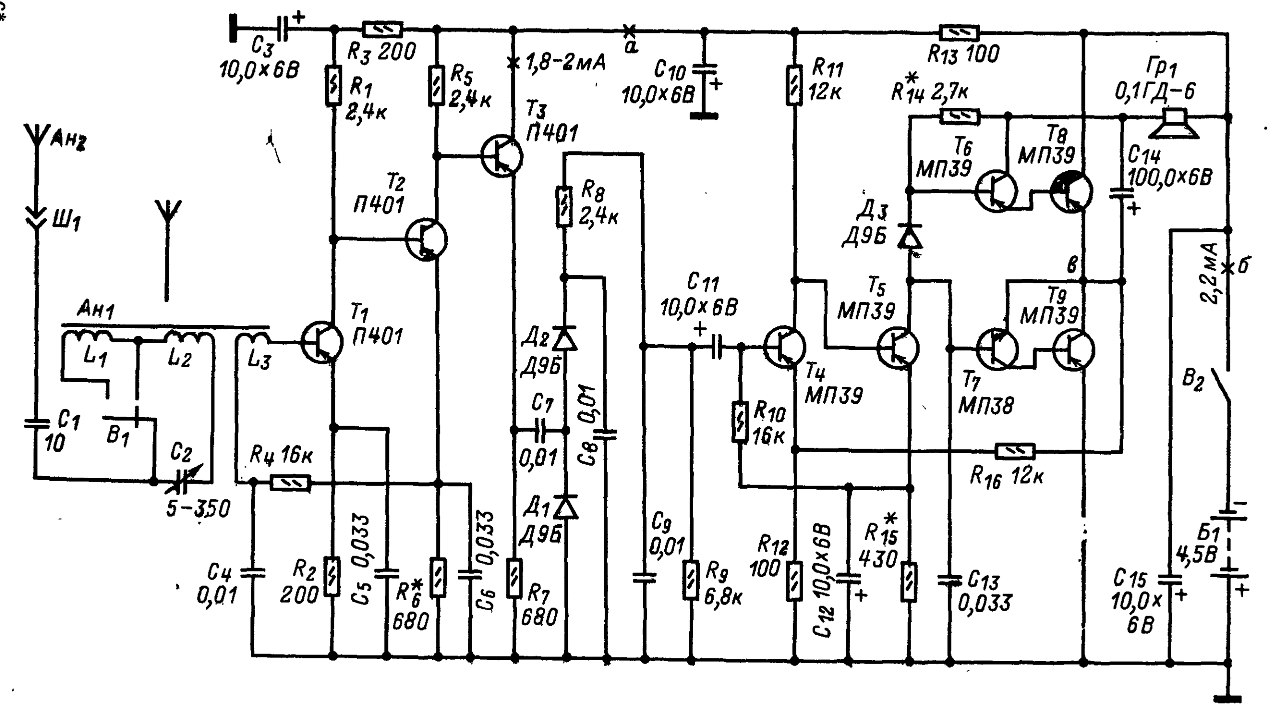


Рис. 63. Принципиальная схема приемника 3-V-4 конструкции В. Мелешенковского.

танию через резистор R_{14} повышает коэффициент усиления всего усилителя и его термостабильность.

В приемнике используются резисторы УЛМ, конденсаторы постоянной емкости КЛС, электролитические конденсаторы К50-6. Конденсатор переменной емкости C_2 — малогабаритный с твердым диэлектриком.

Все катушки приемника намотаны на отдельных каркасах, расположенных на ферритовом стержне марки 400НН диаметром 8 мм и длиной 109 мм. Катушка L_1 содержит 75, L_2 — 125, L_3 — 6—10 витков провода ПЭВ 0,1—0,2 (лучше — литцендрат с любым числом жил). Окончательное число витков катушки связи L_3 подбирают при налаживании приемника. Намотка всех катушек однослойная, виток к витку.

В усилителе ВЧ можно использовать любые маломощные высокочастотные транзисторы. Транзистор с наибольшим коэффициентом $h_{21Э}$ ставят в первый каскад (T_1), а с наименьшим — в третий каскад (T_3). Приемник сохраняет работоспособность даже в том случае, если коэффициент $h_{21Э}$ всех транзисторов будет около 20.

Сначала налаживают усилитель НЧ приемника. Для этого в разрыв цепи питания высокочастотной части приемника — точку *а* подключают батарею 3336Л и подбором резистора R_{15} устанавливают в точке *б* ток, равный 2—2,2 мА. Затем, подключив вольтметр между точкой *в* и плюсовым проводом источника питания, подбором резистора R_{14} добиваются в точке *в* напряжения, равного примерно половине напряжения источника питания. Затем, восстановив цепь питания усилителя ВЧ, подбором резистора R_6 устанавливают в коллекторной цепи транзистора T_3 ток, равный 1,8 — 2 мА.

В случае появления заметных на слух искажений для их устранения нужно последовательно поменять местами включение выводов катушки связи L_3, уменьшить ее число витков, увеличить емкость конденсатора C_9 до 0,022 мкФ.

Приемник можно смонтировать в футляре размером 113×70×35. Динамическую головку $Гр_1$ крепят непосредственно к передней стенке. Ориентировочные размеры монтажной платы 68×50 мм. В случае крепления непосредственно выводами радиодеталей жесткость монтажа обеспечивают фигурной формовкой выводов.

Практически в приемнике можно применять любые радиодетали. От них будут зависеть только размеры монтажной платы и приемника в целом.

Несомненный интерес для радиолюбителя представляет электронный способ настройки приемника, имеющий ряд преимуществ перед настройкой конденсатором переменной емкости. Для электронной настройки предназначается варикап — полупроводниковый диод специальной конструкции, емкость которого можно изменять обратным напряжением: с увеличением приложенного обратного напряжения емкость варикапа уменьшается. Вообще же для электронной настройки можно использовать любой плоскостной диод, коллекторный *p-n* переход кремниевого транзистора, стабилитрон. Для нормальной работы приемника с такими приборами, выполняющими роль элементов настройки, напряжение питающей батареи должно быть не менее 9 В.

При электронной настройке перекрытие приемника по диапазону в разных его участках в значительной степени зависит от примененного диода или транзистора. Поэтому для каждого полупровод-

никового прибора приходится подбирать число витков контурной катушки для одного и того же участка диапазона.

Принципиальная схема простого одноконтурного приемника 1-У-3, в котором для электронной настройки используется стабилитрон Д811, показана на рис. 64. Приемник рассчитан на прием радиостанций средневолнового и длинноволнового диапазонов. Благодаря введению положительной обратной связи по высокой частоте чувствительность приемника достаточна для приема отдаленных станций на внутреннюю магнитную антенну. Ток, потребляемый приемником от батареи, не превышает 12 мА.

Контур магнитной антенны $Ан_1$ состоит из катушек L_1, L_2 и стабилитрона $Д_1$. В диапазоне средних волн работает катушка L_1, а в диапазоне длинных волн — обе катушки. Катушка L_3 служит для связи контура магнитной антенны с базой транзистора T_1 усилителя ВЧ. Катушка L_4 является катушкой обратной связи. Изменение величины обратного напряжения, подаваемого на стабилитрон $Д_1$, а значит, и изменение его емкости осуществляется переменным резистором R_1. Крайнее правое (по схеме) положение движка этого резистора соответствует наибольшему закрывающему диод напряжению и наименьшей его емкости. Резистор R_2 ослабляет шунтирование контура магнитной антенны переменным резистором R_1. Конденсатор C_1 — блокировочный.

Транзисторы T_1 и T_2 усилителя ВЧ включены по каскодной схеме с последовательным питанием. Их общий ток покоя составляет 0,5—1 мА; его устанавливают подбором резисторов R_3 и R_4. Переменным резистором R_5 изменяют в некоторых пределах режим работы обоих транзисторов, регулируя тем самым усиление каскада и величину положительной обратной связи. Резистор R_6 — гасящий; вместе с электролитическим конденсатором C_5 он образует ячейку развязывающего фильтра. Емкость конденсатора C_5 должна быть не менее 20 мкФ.

С нагрузочного дросселя $Др_1$ усиленный сигнал через разделительный конденсатор C_6 поступает на диод $Д_2$ для детектирования. Выделенный диодом низкочастотный сигнал усиливается трехкаскадным усилителем НЧ на транзисторах T_3—T_5 и преобразуется головкой $Гр_1$ в звуковые колебания.

С целью лучшего согласования сопротивлений выходной цепи транзистора T_3 первого каскада и входной цепи транзистора T_5 выходного каскада промежуточный транзистор T_4 усилителя НЧ включен по схеме эмиттерного повторителя. Связь между транзисторами T_3 и T_4 — непосредственная, между транзисторами T_4 и T_5 — емкостная (через конденсатор C_8).

Через резистор R_9 на базу транзистора T_3 подается начальное напряжение смещения и осуществляется отрицательная обратная связь по току между транзисторами T_4 и T_3. Смещение на базу транзистора T_5 подается с делителя напряжения $R_{10}R_{11}$. Конденсаторы C_7 и C_9 — блокировочные.

В приемнике можно использовать постоянные резисторы УЛМ и МЛТ, переменные резисторы СПО, конденсаторы КЛС, КМ, К50-3. Выходной трансформатор $Тр_1$ — от любого малогабаритного приемника (средний вывод первичной обмотки остается свободным), динамическая головка — типа 0,15ГД-1. Нагрузкой усилителя НЧ может быть также телефонный капсюль ДЭМ-4М, включенный непосредственно в цепь коллектора транзистора T_5.

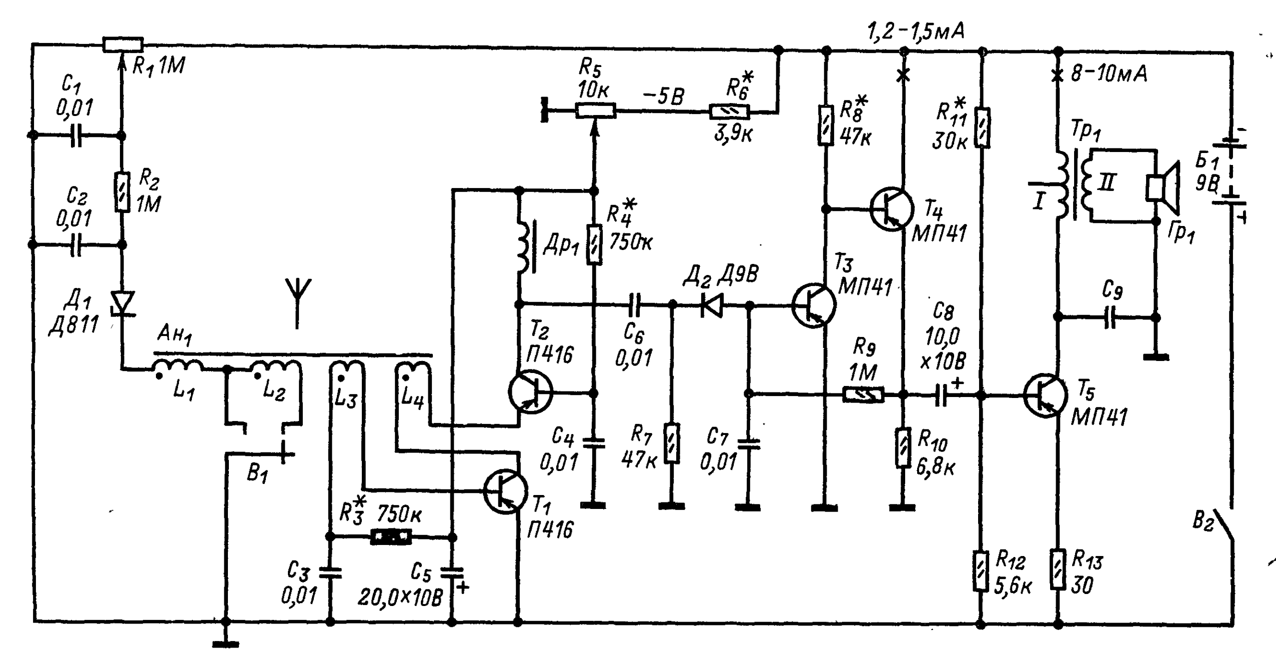


Рис. 64. Принципиальная схема приемника с электронной настройкой.

Катушки приемника (рис. 65) намотаны проводом ПЭВ 0,15 на трех бумажных каркасах, свободно перемещаемых по ферритовому стержню марки 600НН длиной 115 и диаметром 8 мм. Катушка L_1 содержит 60 витков, уложенных на каркас виток к витку, а катушка L_2 — 150 витков, намотанных внавал пятью секциями по 30 витков в каждой секции. Катушка L_3, содержащая 5—10 витков, намотана поверх катушки L_1 у ее начала. Катушка обратной связи L_4 содержит 1—3 витка и находится на ферритовом стержне против конца катушки L_2. Величину обратной связи подбирают во время

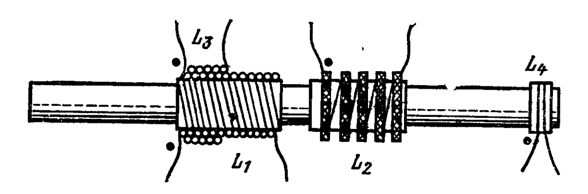


Рис. 65. Конструкция катушек приемника.

налаживания приемника подбором числа витков и перемещением катушки L_4 по ферритовому стержню.

Дроссель $Др_1$ намотан с помощью челнока на кольце диаметром 8—10 мм из феррита марки 600НН и содержит 300—350 витков провода ПЭВ 0,1.

В усилителе ВЧ транзистор П416 можно заменить транзистором П401—П403, ГТ309, ГТ313 с коэффициентом передачи типа $h_{21Э}$ 50—100. Желательно подобрать транзисторы с возможно близким обратным током коллектора $I_{КБО}$, что облегчит налаживание. В усилителе НЧ транзисторы МП41 могут также работать транзисторы МП39, МП40, МП42, ГТ108 и др. Роль детектора $Д_2$ может выполнять любой точечный диод.

Стабилитрон Д811 можно заменить стабилитронами Д808, Д809, Д810 или, в крайнем случае, кремниевым транзистором (МП111—МП113), используя его коллекторный *p-n* переход как диод. Но с транзистором перекрытие по диапазону будет меньше, чем со стабилитроном.

После проверки всех соединений по принципиальной схеме включают питание и, вращая ручку переменного резистора R_1, настраивают приемник на какую-либо радиостанцию. Одновременно вращают ручку переменного резистора R_5, регулируя чувствительность приемника. Настроив приемник на радиостанцию, подбирают резисторы R_3 и R_4 в усилителе ВЧ и резисторы R_8 и R_{11} в усилителе НЧ, добиваясь наибольшей громкости приема. Чтобы точнее определить наилучший режим работы транзисторов, подбор резисторов следует вести по наиболее слабо принимаемому сигналу радиостанции.

Если приемник генерирует, то нужно несколько отодвинуть движок переменного резистора R_5 от минусового конца и ослабить обратную связь смещением катушки L_4 ближе к концу ферритового стержня. С целью предупреждения генерации дроссель $Др_1$ нужно располагать как можно дальше от стержня магнитной антенны приемника.

Диапазон волн, перекрываемый приемником, определяют по работающим станциям, используя для контроля заводской радиовещательный приемник. Включив катушку L_1, движок переменного резистора R_1 смещают вплотную к концу, соединенному с плюсовым проводником источника питания. Сначала, осторожно двигая катушку L_1 по ферритовому стержню, по сигналам радиостанций устанавливают конец средневолнового диапазона приемника, а затем катушкой L_2 — границы длинноволнового диапазона. Если перемещением катушек L_1 и L_2 нельзя установить границы диапазона, то возможно отматывание или доматывание их витков.

Более точно и быстро установить границы диапазонов приемника можно, используя генератор стандартных сигналов и ламповый вольтметр, а для налаживания усилителя еще и звуковой генератор. При этом налаживание ведут в таком порядке: диод $Д_2$ временно отключают от базы транзистора T_3 и подают на нее через конденсатор емкостью 1 мкФ сигнал генератора частотой 1000 Гц, напряжением 1 мВ. К коллектору транзистора T_5 через конденсатор емкостью 1,0 мкФ подключают ламповый вольтметр, а в разрыв цепи коллектора транзистора T_5 включают миллиамперметр. Подбирая резистор R_{11}, устанавливают ток коллектора транзистора T_5 в пределах 8—10 мА. Затем подбором резистора R_8 добиваются наибольшего отклонения стрелки лампового вольтметра (2,5—3 В). Для лучшей стабилизации рабочей точки в цепь эмиттера транзистора T_5 включен резистор сопротивлением 100 Ом и зашунтирован конденсатором емкостью 10 мкФ на номинальное напряжение 6—10 В.

Для налаживания усилителя ВЧ на свободный конец ферритового стержня помещают катушку, содержащую 1—2 витка любого провода, концы которой подключают к делительной колодке генератора ВЧ (к зажимам «Земля» и «×1»). От генератора ВЧ подают модулированный сигнал такой величины, чтобы стрелка лампового вольтметра показывала напряжение около 1 В. Подбором резисторов R_3 и R_4 добиваются наибольшего отклонения стрелки лампового вольтметра. Одновременно, по мере настройки, сигнал генератора ВЧ ослабляют. При налаживании усилителя ВЧ движок переменного резистора R_5 должен быть возле минусового вывода.

Если приемник генерирует, то нужно немного отодвинуть движок переменного резистора R_5 от его минусового вывода и ослабить обратную связь уменьшением числа витков катушки L_4 или перемещением ее к концу ферритового стержня.

При отсутствии измерительных приборов оптимальную величину положительной обратной связи подбирают в положении приема средних волн. Катушку L_4 располагают на конце ферритового стержня, а движок переменного резистора R_5 — вовле вывода, соединенного с минусовым проводником питания. Затем приемник настраивают на какую-либо радиостанцию и, осторожно отматывая или доматывая витки катушки L_4, добиваются появления генерации по всему диапазону. Момент возникновения генерации характеризуется «щелчком» (порог геиерации) и шипеньем, переходящим в свист. При перемещении движка переменного резистора R_5 от минусового вывода к плюсовому генерация должна прекращаться. Чем мягче «щелчок», тем выше чувствительность приемника. Наибольшая чувствительность приемника будет возле порога генерации.

В зависимости от коэффициента передачи тока $h_{21Э}$ транзисторов T_1 и T_2 и величины положительной связи, возникающей из-за взаимного влияния деталей на монтажной плате, катушки обратной

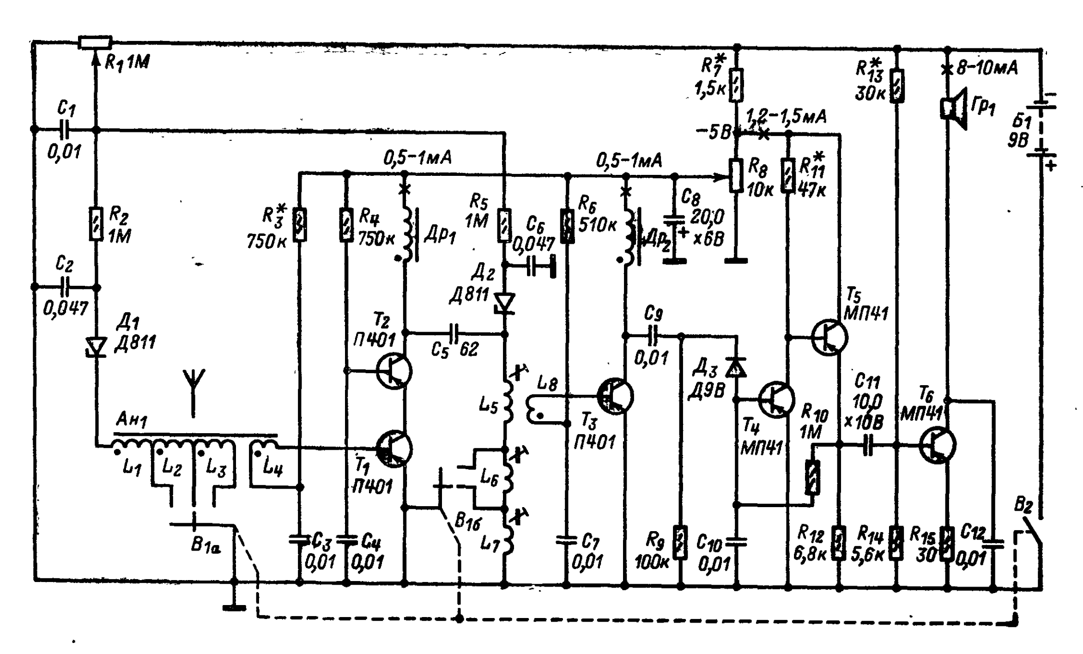


Рис. 66. Принципиальная схема двухконтурного приемника с электронной настройкой.

связи L_4 в приемнике может и не быть. В этом случае коллектор транзистора T_1 должен быть соединен непосредственно с эмиттером транзистора T_2.

Второй вариант приемника с электронной настройкой отличается от первого только тем, что в нем использованы сдвоенный блок настройки и двухкаскадный усилитель ВЧ. Он рассчитан на прослушивание программ радиовещательных станций трех поддиапазонов: 240—350 м, 350—550 м и 800—1750 м. Чувствительность приемника (1,5—2,5 мВ/М) достаточна для приема отдельных станций.

Первый (входной) настраиваемый контур состоит из катушек L_1—L_3, образующих с ферритовым стержнем магнитную антенну $Ан_1$, и стабилитрона $Д_1$. Включение в контур катушек осуществляется переключателем $В_{1а}$, а настройка контура — переменным резистором R_1. Через катушку связи L_4 принятый сигнал поступает на базу транзистора T_1.

Сигнал высокой частоты, усиленный транзисторами T_1 и T_2, выделяется на дросселе $Др_1$ и через конденсатор C_5 поступает на второй настраиваемый контур, образуемый катушками L_5—L_7 и стабилитроном $Д_2$. Настройка этого контура осуществляется резистором R_1 одновременно с настройкой входного контура. Катушка L_8 является катушкой связи этого контура с базой транзистора T_3 второго каскада усиления колебаний высокой частоты. Детектирование и усиление низкочастотного сигнала осуществляются точно так же, как в первом приемнике. Роль головки громкоговорителя выполняет телефонный капсюль ДЭМ-4М. Но на выход приемника можно включить малогабаритную маломощную головку через выходной трансформатор, как в первом приемнике.

Катушки L_1—L_3 наматывают на отдельных бумажных каркасах, свободно перемещаемых по ферритовому стержню марки 600НН диаметром 8 и длиной 95 мм. Катушка L_1 содержит 55, L_2 — 50 витков провода ПЭВ 0,2 мм, намотанных виток к витку, L_3 — 140 витков, намотанных внавал секциями по 30 витков в каждой секции. Катушка связи L_4 намотана поверх катушки L_1 у ее начала и содержит 12 витков провода ПЭВ 0,15. Катушки L_5—L_7 второго резонансного контура намотаны на унифицированных трехсекционных каркасах с ферритовыми подстроечными сердечниками диаметром 2 и длиной 12 мм (от приемника «Маяк») и содержат: L_5 — 120 и L_6 — 150 витков провода ПЭВ 0,15, L_7 — 390 витков провода ПЭВ 0,1. Катушка связи L_8 намотана поверх катушки L_5 и содержит 12 витков провода ПЭВ 0,15.

Дроссели $Др_1$ и $Др_2$ намотаны на кольцах диаметром 8 мм из феррита марки 600НН и содержат соответственно 300 и 400 витков провода ПЭВ 0,1.

Переключатель диапазонов $В_1$, объединенный с выключателем питания $В_2$, самодельный (рис. 67). Он четырехпозиционный. В одном крайнем положении движка питание выключено. Такой переключатель можно сделать из листового гетинакса толщиной 2 мм с использованием контактных ламелей плат галетного переключателя диапазонов лампового приемника. Фиксация положений переключателя осуществляется стальным шариком, вдавливаемым в углубления плоской пружиной.

Настройку контуров и установку границ поддиапазонов начинают с наиболее коротковолнового участка средневолнового диапазона. Включив в контуры катушки L_1 и L_5, настраивают приемник на одну из наиболее длинноволновых станций этого поддиапазона и

вращением подстроечного сердечника катушки L_5 добиваются наибольшей громкости приема.

В связи с тем что *p-n* переходы стабилитронов $Д_1$ и $Д_2$ могут иметь неодинаковые емкости, необходимо проверить совпадение настроек контуров по всему поддиапазону. Для этого приемник настраивают на наиболее коротковолновую радиостанцию поддиапазона и, осторожно вращая в обе стороны подстроечный сердечник катушки L_5, следят за изменением громкости приема. Если громкость приема возрастает при вращении сердечника в какую-либо сторону, это указывает на необходимость подбора одного из стабилитронов, чтобы

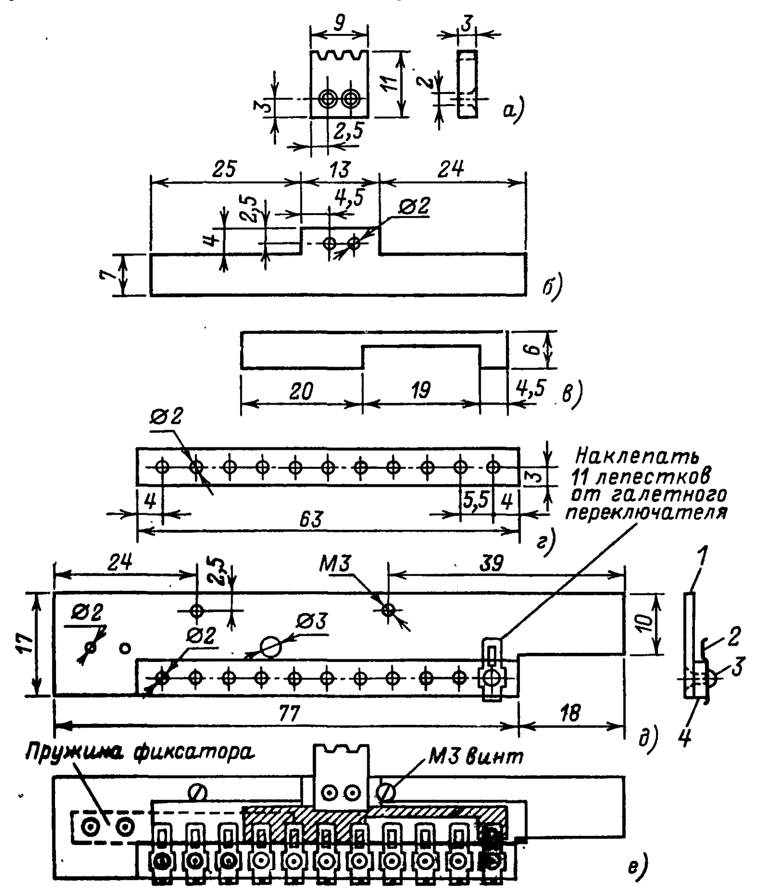


Рис. 67. Устройство переключателя диапазонов.

а — ручка движка, органическое стекло толщиной 3 мм; *б* — движок, гетинакс толщиной 1,5 мм; *в* — контактная пластина, латунь толщиной 0,1 мм; *г* — прокладка, гетинакс толщиной 2 мм; *д* — основание переключателя, гетинакс толщиной 2 мм (*1* — основание переключателя; *2* — лепесток; *3* — заклепка; *4* — прокладка); *е* — переключатель в сборе.

добиться резонанса контуров на обоих краях поддиапазона. Сопряжения настроек контуров можно добиться с помощью подстроечного конденсатора, подключенного к концу одной из катушек поддиапазона (L_1 или L_2).

Аналогично настраивают контуры других поддиапазонов приемника.

Далее, установив движок переменного резистора R_8 ближе к его верхнему (по схеме) выводу, подбирают индуктивность катушек связи L_4 и L_8 так, чтобы прием радиостанций был вблизи «порога» генерации. Число витков изменяют одновременно в обеих катушках.

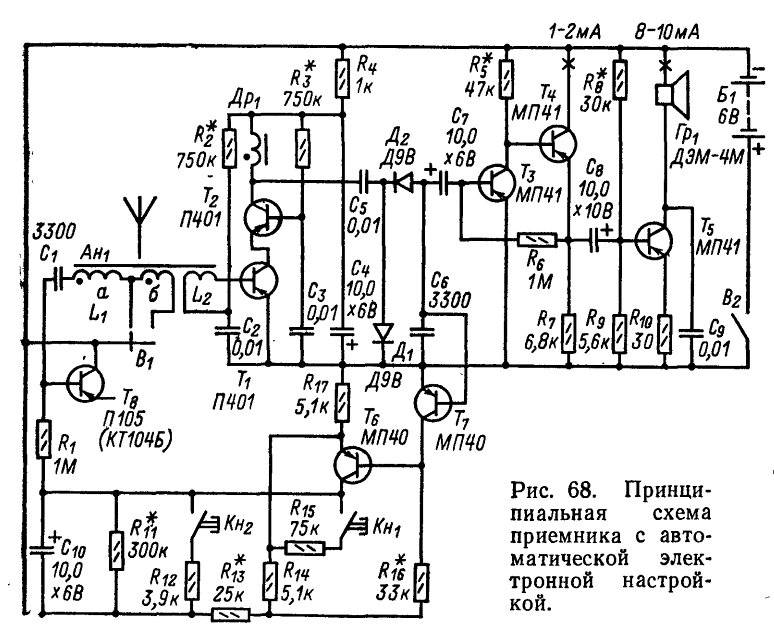


Рис. 68. Принципиальная схема приемника с автоматической электронной настройкой.

Сдвиг границ поддиапазонов производят одновременным отматыванием или доматыванием витков катушек обоих контуров, начиная с наиболее коротковолнового поддиапазона. Одновременно контролируют сопряжение настройки контуров в наиболее длинноволновых участках поддиапазонов.

Приемник с хорошим сопряжением контуров обеспечивает достаточно громкий прием не только местных, но и отдаленных мощных радиовещательных станций.

На рис. 68 изображена принципиальная схема приемника с автоматической электронной настройкой. В управляющую часть блока автоматической настройки входят резисторы R_{14}, R_{16}, R_{17} и участок коллектор — эмиттер транзистора T_7, образующие электрический мост. В одну диагональ моста включен источник питания $Б_1$ (одна ее точка — точка соединения плюсового проводника источника питания с резистором R_{17} и эмиттером транзистора T_7, другая — соединение

резисторов R_{13}, R_{14} и R_{16}). Другую диагональ составляет эмиттерный *p-n* переход транзистора T_6. Резистором R_{13} регулируют напряжение питания моста.

Принцип работы автоматической электронной настройки заключается в следующем. При включении приемника его колебательный контур не настроен ни на одну работающую радиостанцию. В это время на базе транзистора T_7 из-за отсутствия сигнала на ней устанавливается нулевой потенциал, сопротивление транзистора велико. Транзистор T_7 входит в плечо моста, образуемого резисторами R_{14}, R_{17}, R_{16} и самим транзистором. Сопротивления резисторов подобраны так, что при большом сопротивлении транзистора T_7 на базе транзистора T_6 относительно его эмиттера устанавливается отрицательный потенциал и положительный потенциал при малом сопротивлении транзистора T_7. Следовательно, при отсутствии сигнала на входе приемника на базу транзистора T_6 будет подаваться отрицательный потенциал и его сопротивление уменьшится. Конденсатор C_{10} заряжается током, проходящим через резистор R_{17} и транзистор T_6 в течение некоторого времени. Изменение напряжения на этом конденсаторе через резистор R_1 вызовет изменение емкости коллекторного *p-n* перехода транзистора T_8. Вследствие этого будет изменяться резонансная частота контура антенны до тех пор, пока она не совпадет с частотой какой-либо радиостанции. При этом отрицательный потенциал продетектированного сигнала поступит на базу транзистора T_7, сопротивление которого резко уменьшится. Это вызовет появление положительного потенциала на базе транзистора T_6 и резкое увеличение его сопротивления. Заряд конденсатора прекратится, а незначительный ток, проходящий через большое сопротивление транзистора T_6, будет компенсироваться разрядным током через резистор R_{16}.

Как только прекратится заряд конденсатора C_{10}, перестанет изменяться емкость коллекторного *p-n* перехода транзистора T_8 и приемник окажется настроенным на первую станцию данного диапазона. Настройка будет сохраняться до тех пор, пока кратковременным нажатием кнопки $Кн_1$ не будет замкнут транзистор T_6 или не будет уменьшен до минимума сигнал станции ориентировкой стержня магнитной антенны приемника. При этом возобновится заряд конденсатора C_{10}, уменьшится емкость коллекторного *p-n* перехода транзистора T_8, изменится резонансная частота контура антенны. Уход резонансной частоты контура будет продолжаться до тех пор, пока приемник не настроится на следующую по диапазону станцию.

Для приведения блока настройки в исходное состояние нужно нажать кнопку $Кн_2$, при этом конденсатор C_{10} разрядится, емкость *p-n* перехода транзистора T_8 увеличится до первоначальной величины, резонансная частота контура уменьшится.

В связи с относительно небольшим изменением емкости коллекторного *p-n* перехода транзистора, используемого в качестве полупроводникового конденсатора, весь длинноволновый диапазон, на который рассчитан приемник, разделен на два поддиапазона (750—1200 м и 1100—1800 м).

Качество работы такого приемника во многом зависит от тщательности подбора резисторов R_{11}, R_{13}, R_{16} блока автоматической электронной настройки. Резистор R_{16} подбирают при отсутствии сигнала радиостанции так, чтобы на коллекторе транзистора T_7 устанавливалось отрицательное напряжение относительно эмиттера транзистора T_6, база которого соединена непосредственно с коллектором

транзистора T_7, а при приеме сигнала радиостанции — положительное. Если настройка на принимаемую радиостанцию неустойчивая, медленно сползает, стабильности приема достигают подбором резистора R_{16}. При приеме сигнала через резистор R_{17} и транзистор T_6 проходит небольшой ток, который должен быть скомпенсирован током, проходящим через резистор R_{11}. При нестабильной работе блока автоматической настройки нужно подобрать резистор R_{13} и еще раз проверить резисторы R_{16} и R_{11}.

В связи с использованием блока автоматической электронной настройки приемник не имеет регулировки обратной связи. Поэтому необходимая громкость приема радиостанций регулируется при налаживании подбором резисторов и перемещением катушки связи L_2 по стержню.

Для магнитной антенны используется стержень из феррита марки 600НН длиной 120 и диаметром 8 мм. Катушка L_1 состоит из двух секций, намотанных на отдельных, свободно перемещаемых по стержню каркасах. Секция *а* имеет 135, секция *б* — 90 витков провода ПЭВ 0,15. Катушка L_2 имеет 10—20 (подбирают при налаживании) витков такого же провода. Намотка катушки L_1 — внавал, секциями по 30—40 витков в каждой секции. Дроссель $Др_1$, намотанный на кольце диаметром 8 мм из феррита марки 600НН, содержит 300 витков провода ПЭВ 0,1.

В качестве громкоговорителя используется капсюль ДЭМ-4М.

Питание осуществляется от батареи напряжением 6 В, составленной из четырех элементов любого типа.

Для наблюдения за работой любительских радиостанций начинающие коротковолновики обычно пользуются самодельными приемниками со сверхрегенеративными детекторами, обладающими очень высокой чувствительностью. Они позволяют принимать как телеграфные, так и телефонные сигналы с амплитудной и частотной модуляцией.

Сверхрегенеративный детектор, или сверхрегенератор, представляет собой регенерирующий каскад (регенератор), колебания которого периодически, со вспомогательной частотой, гасятся, т. е. срываются. Эта вспомогательная частота, называемая частотой гашения, должна быть в несколько раз больше максимальной частоты модуляции и значительно меньше частоты принимаемого сигнала и резонансной частоты входного контура приемника. Источником напряжения гашения может быть отдельный генератор (с внешним гашением) или сам сверхрегенератор (с самогашением).

Работа сверхрегенеративного детектора сопровождается характерным шумом, называемым «суперным», прослушиваемым в телефонах или головке на выходе приемника. Но при точной настройке приемника на сигнал радиостанции этот шум пропадает.

Здесь приводится описание нескольких приемников со сверхрегенеративным детектором и защитой от излучения генерируемых высокочастотных колебаний. Все они рассчитаны на прием любительских радиостанций, работающих в диапазоне частот 28,0—29,7 МГц.

Чувствительность приемника, принципиальная схема которого показана на рис. 69, не ниже 5 мкВ. Антенна может быть комнатной или штыревой (латунная или медная трубка диаметром 4—5 мм и длиной 1—1,5 м или телескопическая антенна от транзисторного приемника, например «Спидолы»).

Из антенны $Ан_1$ принятый сигнал поступает через конденсатор C_1 на базу транзистора T_1 апериодического (ненастраиваемого) уси-

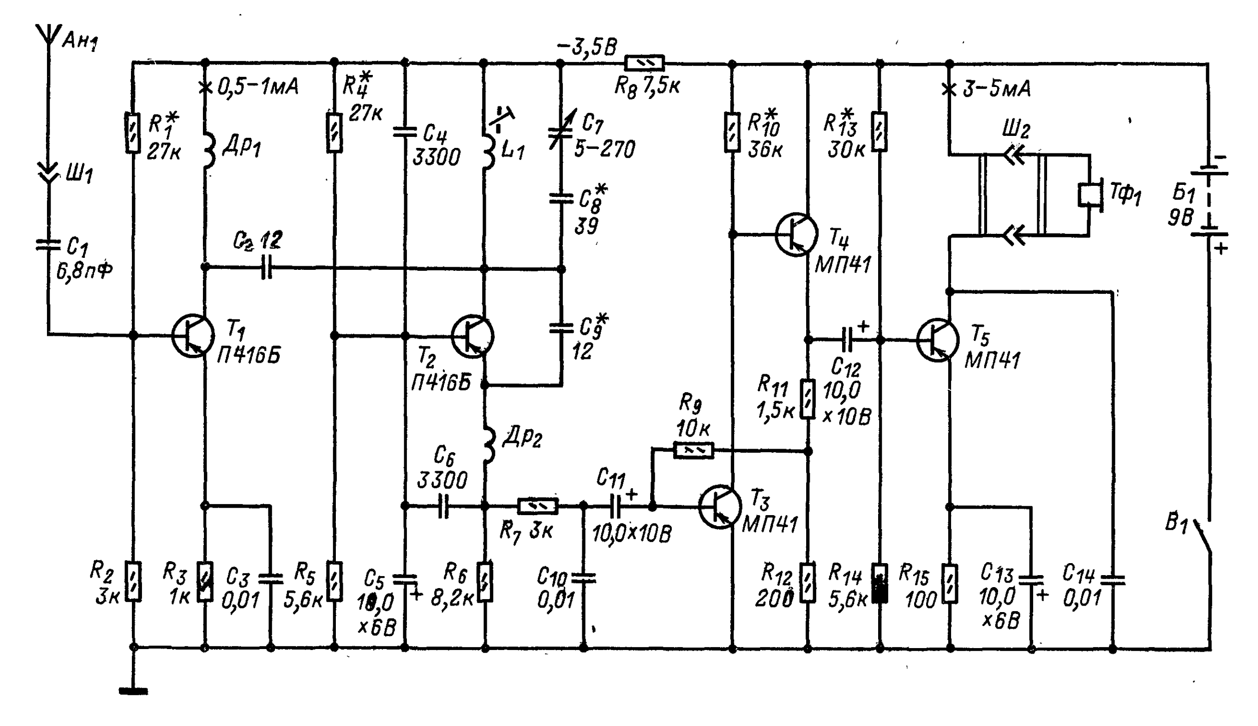


Рис. 69. Сверхрегенеративный приемник начинающего коротковолновика-наблюдателя.

лителя ВЧ. Усиленный сигнал выделяется на дросселе $Др_1$ и через конденсатор C_2 подается на коллектор транзистора T_2, работающего в сверхрегенеративном детекторе с самогашением. В цепь коллектора этого транзистора включен колебательный контур $L_1C_7C_8$, настраиваемый конденсатором переменной емкости C_7. Подбором конденсатора C_8, уменьшающего максимальную емкость контура, устанавливают границы принимаемого диапазона частот.

Усиленный и продетектированный транзистором T_2 сигнал НЧ выделяется на резисторе R_6 и через фильтр R_7C_{10} и конденсатор C_{11} поступает на базу транзистора T_3 первого каскада усилителя НЧ, а с его коллектора — непосредственно на базу транзистора T_4 второго каскада. Такая связь обеспечивает взаимную температурную стабилизацию этих транзисторов и улучшает качество воспроизведения принимаемого сигнала.

С эмиттера транзистора T_4 сигнал НЧ поступает на базу транзистора T_5, усиливается им и воспроизводится головными низкоомными телефонами $Тф_1$. При желании радиоприем может быть громкоговорящим, если головные телефоны заменить маломощной головкой с выходным трансформатором.

Резисторы и конденсаторы, примененные в приемнике, могут быть любых типов: от них зависят только размеры приемника. Высокочастотные транзисторы П416Б можно заменить транзисторами П402, П403, ГТ308, ГТ309, ГТ313, ГТ322. Можно использовать и транзисторы структуры *n-p-n* КТ315, ГТ311, КТ342, если изменить полярность включения электролитических конденсаторов и батареи питания. Низкочастотные транзисторы МП41 могут быть заменены транзисторами МП39, МП40, МП42, ГТ108, ГТ115 и др. Из низкочастотных транзисторов структуры *n-p-n* можно использовать транзисторы МП35—МП38, МП11. Желательно, чтобы ток $I_{КБО}$ транзисторов не превышал для высокочастотных 1 мкА, для низкочастотных 3 мкА, а коэффициент $h_{21Э}$ был в пределах 50—100.

Конденсатор переменной емкости C_7 должен быть с воздушным диэлектриком. Если максимальная емкость этого конденсатора будет 40—50 пФ, конденсатор C_8 можно исключить из контура. А если минимальная емкость конденсатора C_7 будет мала, тогда параллельно ему придется подключить конденсатор емкостью в несколько пикофарад или подстроечный.

Несколько лучшие результаты приема можно получить, если резистор R_7 ячейки фильтра заменить дросселем индуктивностью около 0,5 Г. Для такого дросселя используют ферритовое кольцо марки 1000НН диаметром 10 мм и высотой 5 мм, на которое наматывают провод ПЭВ 0,1 до заполнения окна. Если в результате неплотной намотки индуктивность дросселя будет недостаточной, рекомендуется взять кольцо марки 2000НН.

Дроссели $Др_1$ и $Др_2$ (индуктивность 30—40 мкГ) наматывают на резисторах МЛТ-0,5 сопротивлением не менее 100 кОм. Всего на корпус резистора надо намотать внавал около 200 витков провода ПЭВ 0,1.

Катушка L_1 содержит 8 витков медного провода диаметром 0,6—0,7 мм в любой изоляции, намотанных виток к витку на каркасе диаметром 7—8 мм с подстроечным сердечником СЦР-1 (каркасы катушки ФПЧ телевизора «Рубин»). Для приема любительских станций диапазона 14,0—14,35 МГц катушка L_1 должна содержать 20 витков провода ПЭВ 0,5. Если ввести в приемник переключатель, то он может стать двухдиапазонным.

Конструкция приемника произвольная. На его передней панели размещают выключатель питания и ручку настройки со шкалой. Для облегчения настройки желательно сделать простейшее верньерное устройство. Для этого на оси конденсатора переменной емкости жестко закрепляют диск, выпиленный из листового органического стекла толщиной 5 мм, с канавкой шириной и глубиной 2 мм, проточенной по окружности для пассика. Осью верньерного устройства служит ось переменного резистора типа СП с насаженной на нее ручкой. Диаметр диска и шкалы, приклеенной к нему, 70—80 мм.

В приемник можно ввести регулятор громкости. Для этого надо постоянный резистор R_{11} заменить переменным типа СП или СПО такого же номинала и к выводу его движка припаять левый (по схеме) вывод конденсатора C_{12}.

Избирательность приемника можно повысить введением в усилитель ВЧ входного настраиваемого контура. Схемы двух вариантов такого усилителя показаны на рис. 70. В первом из них

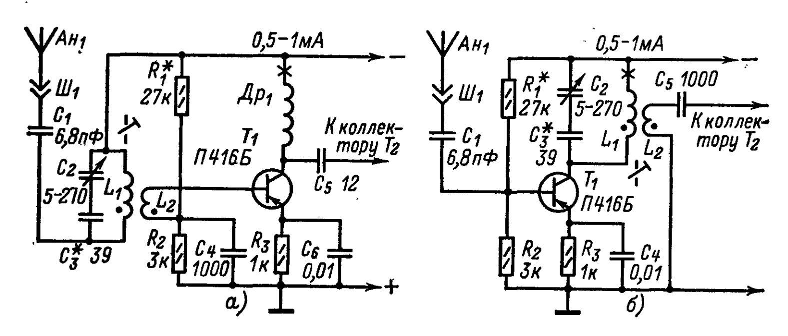


Рис. 70. Усилители ВЧ для сверхрегенеративных приемников.

(рис. 70, *а*) входной настраиваемый контур, аналогичный контуру сверхрегенеративного детектора в цепи коллектора транзистора T_2, состоит из катушки L_1 и конденсаторов C_2 и C_3. Катушка связи L_2 (1—2 витка провода ПЭВ 0,25—0,3) намотана на бумажной манжете, свободно перемещающейся по каркасу катушки L_1 и размещенной у ее заземленного конца. Для настройки приемника используется двухсекционный блок конденсаторов переменной ёмкости. Одну его секцию включают в контур сверхрегенеративного детектора, другую — во входной контур. В усилителе ВЧ второго варианта (рис. 70, *б*) настраиваемый контур включен в цепь коллектора транзистора T_1.

Налаживание усилителей обоих вариантов заключается в установлении тока коллектора транзистора T_1 в пределах 0,5—1 мА (подбором резистора R_1) и настройке контура, как и контура сверхрегенеративного детектора, на среднюю частоту диапазона. Оптимальную связь между катушками L_1 и L_2 подбирают перемещением катушки L_2 по каркасу катушки L_1 или изменением числа ее витков.

Приемник, принципиальная схема которого приведена на рис. 71, отличается от предыдущего приемника тем, что у него настраивающийся входной контур и двухтранзисторный усилитель ВЧ с боль-

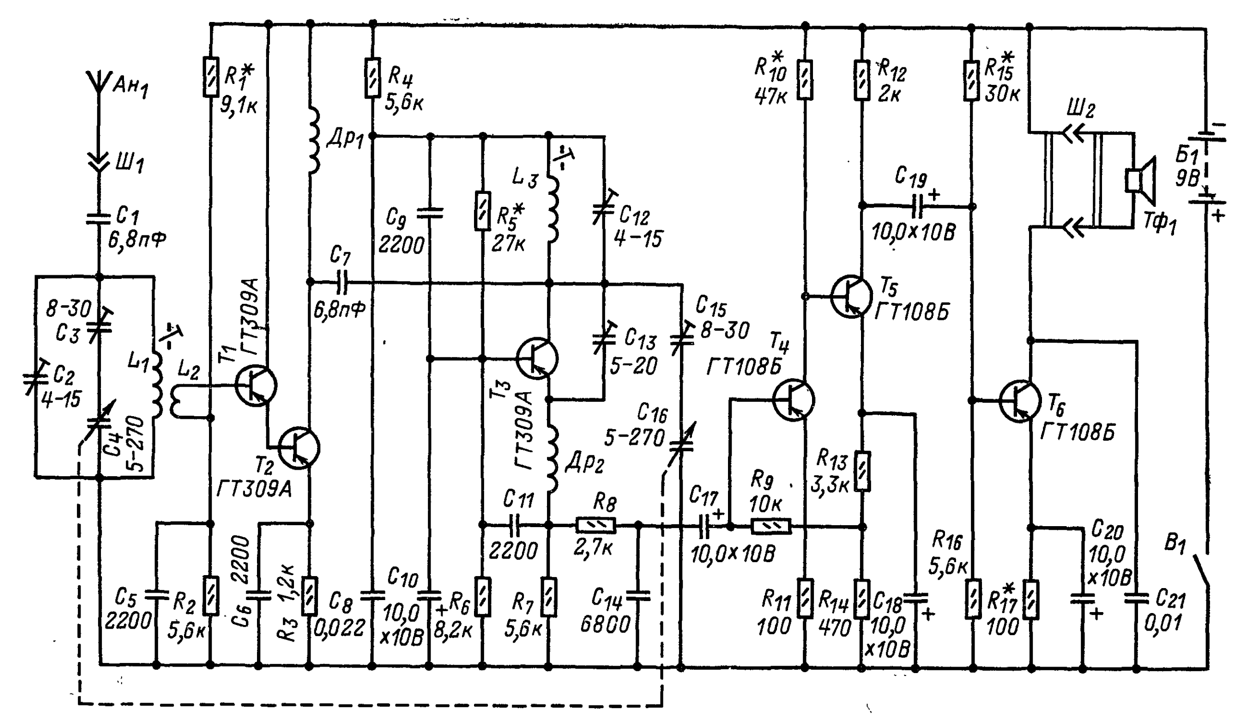


Рис. 71. Сверхрегенеративный приемник для диапазона частот 28,0—29,7 МГц.

шим входным сопротивлением. Он обладает более высокой избирательностью.

Сигнал радиостанции, на частоту которой настроен входной контур $L_1C_2C_3C_4$, через катушку связи L_2 поступает на вход двухкаскадного усилителя ВЧ, собранного на транзисторах T_1 и T_2 с непосредственной связью. Смещение на базу транзистора T_1 подается через катушку L_2 с делителя напряжения R_1R_2. В эмиттерную цепь транзистора T_2 включены резистор R_3, повышающий термостабильность каскада, и блокировочный конденсатор C_6, ослабляющий отрицательную обратную связь по переменному току. С дросселя $Др_1$, являющегося нагрузкой транзистора T_2, усиленный сигнал через разделительный конденсатор C_7 поступает в цепь коллектора сверхрегенеративного детектора, собранного на транзисторе T_3. В коллекторной цепи этого транзистора включен второй настраиваемый колебательный контур $L_3C_{12}C_{15}C_{16}$. Оптимальный режим генерации каскада устанавливают подстроечным конденсатором C_{13} и подбором резистора R_5 в базовой цепи транзистора T_3. Частота самогашения зависит от данных резистора R_7 и конденсатора C_{11}. Дроссель $Др_2$ предотвращает проникновение высокочастотного сигнала на вход усилителя НЧ и срыв генерации.

Принятый сигнал выделяется на резисторе R_7, являющемся нагрузкой сверхрегенеративного детектора, и через фильтр R_8C_{14} и конденсатор C_{17} поступает на вход трехкаскадного усилителя НЧ, аналогичного усилителю НЧ предыдущего приемника.

Резисторы и постоянные конденсаторы могут быть любых типов, подстроечные конденсаторы C_2, C_3, C_{12}, C_{13} и C_{15} — КПК-М. Конденсаторы C_4 и C_{16} — двухсекционный блок КПЕ с воздушным диэлектриком. Коэффициент $h_{21Э}$ транзисторов должен составлять 50—100. Ток $I_{КБО}$ высокочастотных транзисторов — не более 1—1,5 мкА, низкочастотных — не более 2—3 мкА.

Все катушки наматывают виток к витку проводом ПЭВ 0,5 на полистироловых каркасах диаметром 8 мм с подстроечными сердечниками СЦР-1 (каркасы фильтров ПЧ телевизора «Рубин»). Катушки L_1, L_3 содержат по 10 витков. Катушка L_2 (2 витка) намотана на бумажной манжетке, которую можно перемещать по каркасу катушки L_1.

Дроссели $Др_1$ и $Др_2$ наматывают проводом ПЭВ 0,1 на керамических каркасах диаметром 6 мм. Первый из них содержит 80 витков, второй — 150. Но они могут быть такими же, как дроссели предыдущего приемника.

Конструкция приемника произвольная. Но располагать детали на монтажной плате надо с учетом взаимных связей между ними, особенно в высокочастотных каскадах.

Сначала налаживают усилитель НЧ, затем сверхрегенеративный детектор, последним — усилитель ВЧ. Очень важно, чтобы настройка контуров в высокочастотном и низкочастотном участках диапазона была совершенно одинаковой, т. е. резонансная частота контуров должна совпадать. В низкочастотном участке диапазона подстройку контуров производят сердечниками катушек, в высокочастотном — подстроечными конденсаторами.

Конвертеры

Радиостанции диапазона КВ, в том числе и широковещательные, можно принимать с помощью *конвертера* — приставки к приемнику прямого усиления или супергетеродина, не рассчитанного на прием сигналов станций этого диапазона.

Конвертер представляет собой преобразователь частоты, вырабатывающий колебания промежуточной частоты (ПЧ) в пределах диапазона частот того приемника, совместно с которым он работает. Эта промежуточная частота обычно близка отметке 1,5 МГц на средневолновой шкале приемника. С супергетеродином конвертер образует приемник с двойным преобразованием частоты.

Иногда конвертеры делают с усилителем ПЧ. Приемники с такими конвертерами обладают очень высокой чувствительностью.

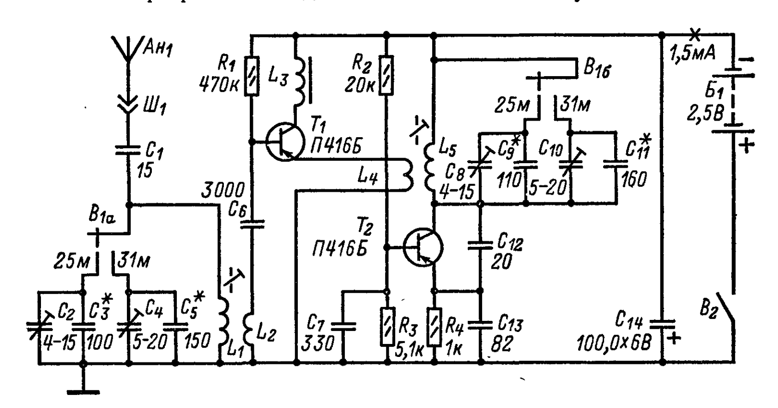


Рис. 72. Схема двухдиапазонного конвертера С. Матлина.

Принципиальная схема конвертера с отдельным гетеродином, рассчитанного на прием радиовещательных станций, работающих в диапазонах 25—31 м, показана на рис. 72 (конструкция С. Л. Матлина). Он предназначен для совместной работы с приемниками, имеющими внутреннюю магнитную антенну и диапазон средних волн. Промежуточная частота — 1250 кГц (1,25 МГц). Питание осуществляется от двух аккумуляторов Д-0,1, соединенных последовательно. Потребляемый ток не превышает 1,5 мА.

В смесителе конвертера работает транзистор T_1, в гетеродине — транзистор T_2. Принятый сигнал из антенны через конденсатор C_1 поступает на широкополосный входной контур, состоящий из катушки L_1 и параллельно соединенных конденсаторов C_2 и C_3 или C_4 и C_5, а с него через катушку связи L_2 и конденсатор C_6 на базу транзистора T_1. Входной контур настраивают на среднюю частоту каждого из поддиапазонов, переключение которых осуществляется переключателем B_1.

Транзистор гетеродина T_2 включен по схеме с емкостной обратной связью. Генерируемое им напряжение подается в эмиттерную цепь транзистора смесителя через катушку связи L_4.

В коллекторной цепи транзистора T_1 создаются колебания промежуточной частоты. Проходя по катушке L_3, они возбуждают вокруг нее высокочастотное магнитное поле, которое воздействует на контур магнитной антенны приемника и индуцируют в нем колебания той же частоты.

Поскольку частотный спектр каждого из поддиапазонов конвертера преобразуется приемником в спектр сигналов частотой от 1000 до 1500 кГц, то приемник выполняет функцию усилителя ВЧ с переменной промежуточной частотой, настраивая которую, можно осуществить прием сигналов коротковолновых радиостанций.

Катушки L_1, L_2 и L_5, L_4 наматывают на каркасах от ФПЧ телевизора «Рубин» с сердечником типа СЦР-1. Катушки L_1 и L_5 содержат по 9 витков, а L_2 и L_4 по 3 витка провода ПЭЛШО 0,3—0,5. Намотка однослойная, виток к витку. Катушку L_3 наматывают внавал по всей длине сердечника размером 40×5×3 мм, вырезанного из плоского ферритового стержня марки 600НН. Она содержит 170 витков провода ПЭЛШО 0,12.

Конвертер крепят к корпусу или футляру приемника так, чтобы сердечник катушки L_3 располагался параллельно стержню магнитной антенны приемника на расстоянии 10—15 мм от него.

После проверки монтажа измеряют ток, потребляемый конвертером. Затем с помощью коротковолнового приемника проверяют работу гетеродина на каждом поддиапазоне. Настроив приемник на частоту 1250 кГц, на вход конвертера подают модулированный сигнал от ГСС частотой 11,85 МГц (для поддиапазона 25 м). Изменяя индуктивность катушки L_5 или емкость конденсаторов C_8 и C_9, добиваются прослушивания сигнала ГСС. Затем, изменяя индуктивность катушки L_1 или емкость конденсаторов C_2 и C_3, настраивают входной контур по наибольшей громкости сигнала ГСС.

При настройке контура гетеродина возможны два положения сердечника катушки L_5, при которых прослушивается сигнал ГСС. Правильной надо считать настройку при наибольшей индуктивности катушки L_5.

Аналогично настраивают и контуры диапазона 31 м. Частота сигнала от ГСС — 9,65 МГц. Необходимой частоты гетеродина добиваются только конденсаторами C_{10} и C_{11}. Вращать сердечники катушек L_1 и L_5 нельзя — собьется настройка поддиапазона 25 м.

Следующий конвертер (рис. 73), разработанный радиолюбителем Т. Шехтманом, рассчитан на прием сигналов любительских станций диапазона 20 м. Для его питания используется один аккумулятор Д-0,1 (1,25 В), потребляемый ток 0,5 мА. Антенна — штырь длиной 1 м, промежуточная частота около 1000 кГц.

Транзистор T_1 работает в смесителе конвертера, T_2 — в гетеродине. Настройка на радиостанцию осуществляется конденсатором переменной емкости C_3 контура гетеродина.

Катушка L_1, содержащая 15 витков провода ПЭВ 0,8, бескаркасная, намотанная виток к витку на болванке диаметром 8 мм. Катушка L_2 — 8 витков провода ПЭВ 1,0, намотанных виток к витку на стержне диаметром 8 мм из феррита марки 600НН. Дроссель $Др_1$ содержит 30 витков провода диаметром 0,3 мм, намотанных на ферритовом стержне марки 600НН диаметром 6 мм.

Подключают конвертер к выводам наружной антенны и общему проводу (корпусу) приемника, с которым он будет работать.

На рис. 74 показана принципиальная схема конвертера, предложенного радиолюбителем В. В. Плотниковым. Конвертер рассчи-

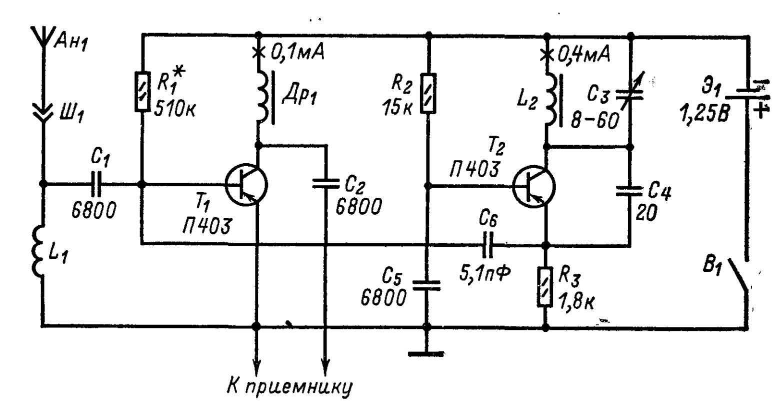


Рис. 73. Схема конвертера конструкции Т. Шехтмана.

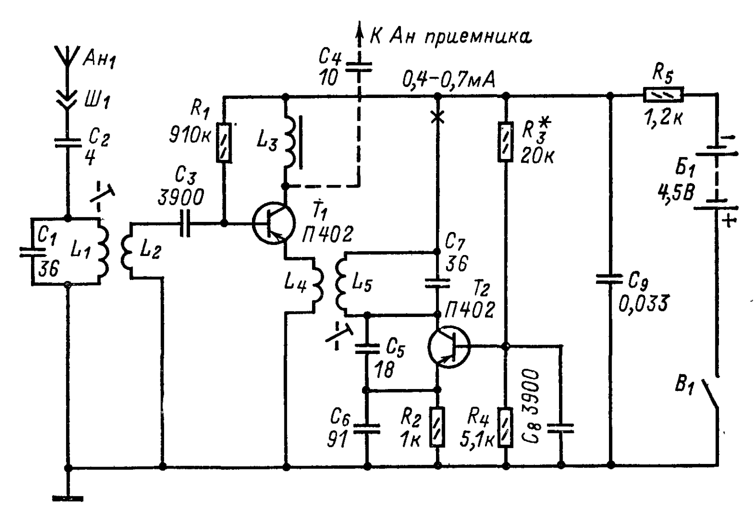


Рис. 74. Принципиальная схема конвертера конструкции В. Плотникова.

тан на прием любительских станций диапазона 14 м. Настройка осуществляется органами управления приемника, с которым конвертер работает. Можно настраивать конвертер и частотой гетеродина, если конденсатор C_7 его контура заменить подстроечным конденсатором с воздушным диэлектриком и соответственно подогнать границы диапазона. Связь конвертера с приемником может быть индуктивной (через поле катушки L_3) или емкостной (через конденсатор C_4, как показано на схеме штриховой линией).

Налаживание заключается в подборе режима транзистора гетеродина резистором R_3 и проверке его работы по диапазону.

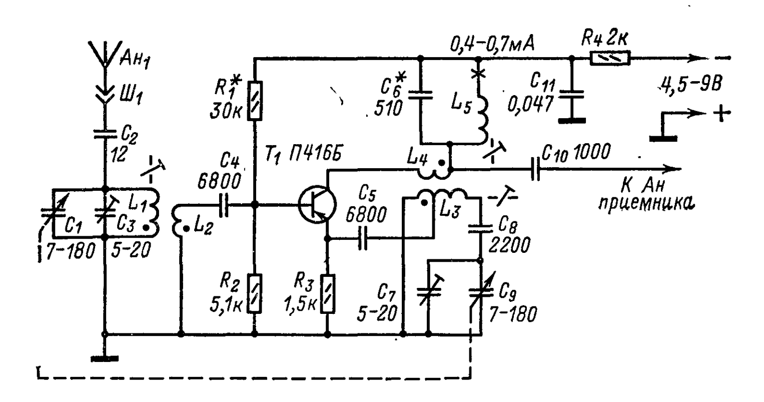


Рис. 75. Схема однотранзисторного конвертера.

Питание конвертера осуществляется от четырех аккумуляторов Д-0,1 (5 В) или четырех элементов 332 (6В).

Катушки L_1, L_2 и L_4, L_5 наматывают проводом ПЭВ 0,4 в броневых карбонильных сердечниках типа СБ-1. Катушка L_1 должна содержать 8,5 витка, L_2 — 1,5 витка, L_4 — 1 виток, L_5 — 9,5 витка. Катушка L_3 содержит 150 витков провода ПЭШО 0,12, намотанных на ферритовом стержне марки 600НН размерами 22×9×3 мм.

Конвертер, принципиальная схема которого изображена на рис. 75, однотранзисторный. Его транзистор совмещает в себе функции смесителя и гетеродина. Он рассчитан на прием радиовещательных станций коротковолнового диапазона 25—60 м.

Сигнал радиостанции, принятый антенной, через конденсатор C_2 поступает в колебательный контур, состоящий из катушки L_1 и конденсаторов C_1, C_3. Выделенный контуром сигнал через катушку связи L_2 и конденсатор C_4 поступает на базу транзистора T_1. Одновременно в цепь эмиттера этого транзистора с контура $L_3C_7C_8C_9$ подается сигнал гетеродина. Сигнал промежуточной частоты 1500 кГц выделяется в коллекторной цепи контуром L_5C_6, настроенным на ту же частоту, и через конденсатор C_{10} подается на антенное гнездо приемника.

Настройка приемника, с которым работает конвертер, фиксируется на частоте 1500 кГц. Настройка же на радиостанцию осуществляется блоком конденсаторов переменной емкости C_1C_9 конвертера.

Все катушки конвертера наматывают на каркасах диаметром 8 мм с карбонильным сердечником типа СЦР-1 (каркасы от ФПЧ телевизора «Рубин»). Катушка L_1 содержит 24 витка, L_2, наматываемая поверх катушки L_1 у ее начала, — 2—3 витка, L_3 — 21 виток с отводом от второго витка, считая от начала. Провод — ПЭВ 0,2 — 0,4. Катушку L_4 наматывают поверх катушки L_3 у ее начала. Она содержит 7—10 витков провода ПЭВ 0,1—0,15.

Для промежуточной частоты 1500 кГц катушка L_5 должна содержать 50 витков провода ПЭВ 0,2.

Налаживание заключается в установлении режима работы транзистора и подгонке границ диапазона в пределах 25—60 м.

Антенной служит отрезок металлической трубки длиной около 1 м. Питание конвертера осуществляется от батареи, питающей приемник.

На рис. 76 показана принципиальная схема такого же конвертера, но с повышенной избирательностью благодаря введению дополнительного контура промежуточной частоты L_6C_{12}, аналогичного контуру L_5L_6. Катушка L_7, содержащая 10—15 витков провода ПЭВ 0,1—0,15, является катушкой связи второго контура ПЧ конвертера с приемником.

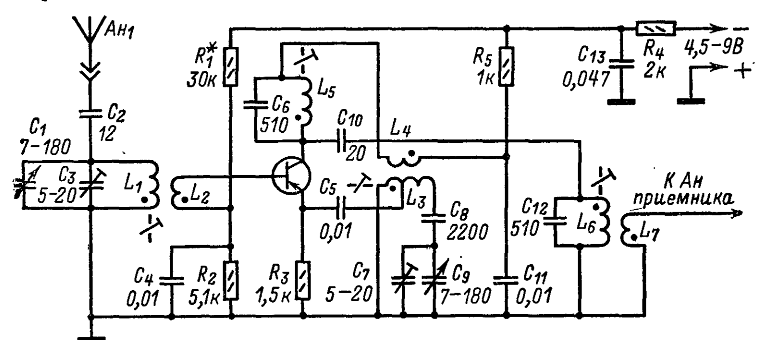


Рис. 76. Принципиальная схема конвертера повышенной избирательности.

Конвертер с отдельным или совмещенным гетеродином является преобразователем принятого сигнала в сигнал промежуточной частоты, т. е. он выполняет функцию, аналогичную преобразователю частоты супергетеродинного приемника. Если добавить к нему усилитель ПЧ, детектор и усилитель НЧ, то и получится супергетеродин. Более подробно о работе супергетеродинного приемника можно узнать, например, в книге А. Г. Соболевского «Я строю супергетеродин» («Энергия», 1971, МРБ).

Радиоконструкции на интегральных микросхемах

Интегральные микросхемы (ИМС) значительно упрощают конструирование и налаживание радиоаппаратуры, повышают надежность ее работы, уменьшают объем и потребление электроэнергии для питания. Для практического освоения микросхем здесь приводится описание двух приемников прямого усиления средней сложности.

Принципиальная схема приемника первого варианта показана на рис. 77. В нем работают две микросхемы серии К118 и два транзистора разной структуры. Необходимость применения транзисторов объясняется отсутствием в широкой продаже микросхем, рассчитанных на работу в выходном каскаде. Приемник может быть как длинноволновым, так и средневолновым.

Сигнал радиостанции, на частоту которой настроен контур L_1C_1 антенны $Ан_1$, поступает через катушку связи L_2 и конденсатор

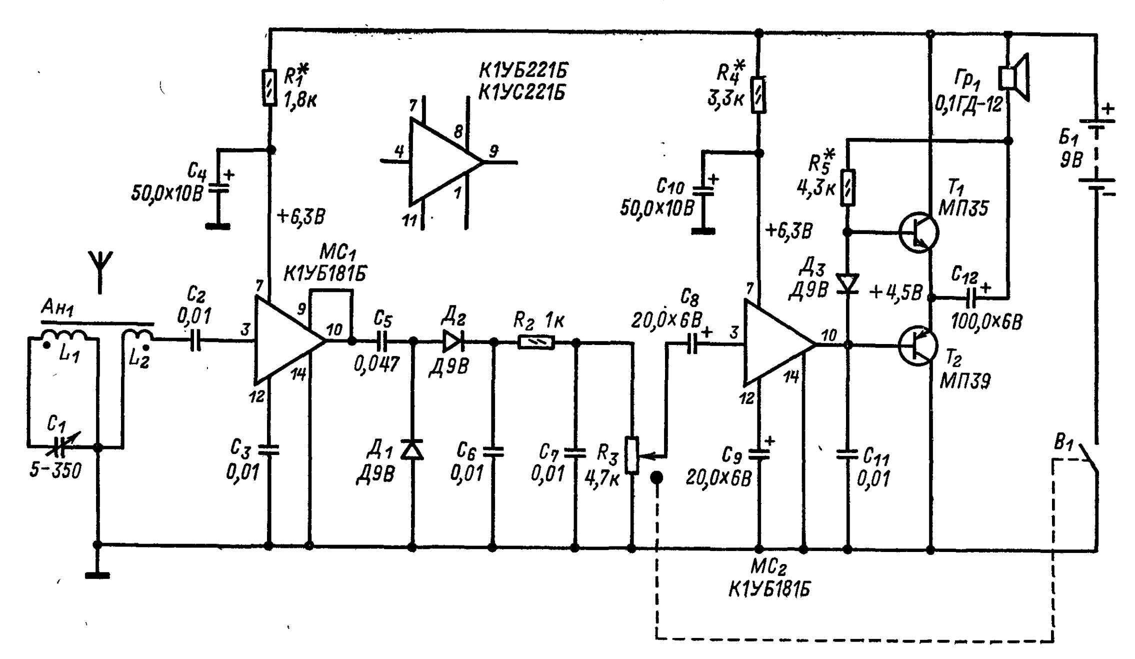


Рис. 77. Принципиальная схема приемника на ИМС серий К118 и К122.

C_2 на вход микросхемы MC_1 (вывод *3*), работающий как усилитель ВЧ. С выхода микросхемы (соединенные вместе выводы *9* и *10*) усиленный сигнал поступает на детектор, выполненный на диодах $Д_1$ и $Д_2$, включенных по схеме умножения напряжения.

Высокочастотная составляющая продетектированного сигнала отфильтровывается фильтром $C_6R_2C_3$, а низкочастотная выделяется на переменном резисторе R_3, являющемся нагрузкой детектора. С движка этого резистора R_3 сигнал НЧ поступает на вход (вывод *3*) микросхемы MC_2, выполняющей роль предварительного усилителя НЧ. С выхода этой микросхемы (вывод *10*) низкочастотный сигнал подается на двухтактный усилитель мощности, выполненный на транзисторах T_1 и T_2 разной структуры. Нагрузкой служит головка $Гр_1$.

Напряжение питания на выходной каскад микросхемы MC_2 подается через головку, резистор R_5 и диод $Д_3$. Резистор R_5 одновременно является и резистором нагрузки выходного каскада микросхемы и резистором, определяющим режим работы транзисторов усилителя мощности. Диод $Д_3$ обеспечивает начальные напряжения смещения на базах транзисторов T_1 и T_2, уменьшающие искажения усиливаемого сигнала.

Вместо микросхем К1УБ181Б в приемнике можно использовать аналогичные им микросхемы. Но в этом случае может снизиться чувствительность приемника. В детекторном каскаде могут работать диоды *Д*2, *Д*9 с любым буквенным индексом. Транзистор МП35 можно заменить на МП37, МП38, транзистор МП39 — на МП40—МП42. Динамическая головка $Гр_1$—0,1, ГД-12, 0,1ГД-6 или 0,15ГД-1.

Все электролитические конденсаторы — К50-6, остальные постоянные конденсаторы могут быть типа КЛС или КМ. Конденсатор переменной емкости C_1 — малогабаритный с твердым диэлектриком.

Переменный резистор R_3 — СП3-3б, он конструктивно объединен с выключателем питания B_1. Постоянные резисторы — МЛТ-0,125 или МЛТ-0,25. Источником питания служит батарея «Крона» или аккумуляторная батарея 7Д-0,1.

Для магнитной антенны используется стержень из феррита марки 600НН диаметром 8 и длиной 80 мм. Для приема радиостанций диапазона средних волн катушка L_1 должна содержать 150 витков провода ПЭВ-1 0,15, намотанных на бумажном каркасе внавал пятью секциями. Катушка L_2 содержит 10 витков такого же провода, намотанных виток к витку на бумажном кольце, который можно с небольшим трением перемещать по стержню.

Для приема радиовещательных станций диапазона длинных волн катушка L_1 должна содержать 250, а катушка L_2—15 витков провода ПЭВ-1 0,1.

Детали приемника (кроме конденсатора переменной емкости, головки, магнитной антенны и источника питания) монтируют на плате из гетинакса. Ориентировочные размеры монтажной платы и размещение деталей на ней показаны на рис. 78. Детали размещены сверху платы, а соединения между ними выполнены монтажным проводом в поливинилхлоридной изоляции снизу платы.

Монтажную плату размещают в корпусе с внутренними размерами 109×67×30 мм. Головку крепят к лицевой боковой стенке корпуса с помощью металлических уголков. К длинной боковой стенке прикрепляют стойки — держатели магнитной антенны, изготовленные из органического стекла толщиной 3—5 мм, в которые концами вставляют ферритовый стержень. На этой же стенке размещают конден-

сатор переменной емкости. На его ось насаживают диск настройки диаметром 27 мм, выпиленный из органического стекла.

Налаживание приемника начинают с проверки и установки режимов работы микросхем и транзисторов. Включив питание, вольтметром (с относительным входным сопротивлением не менее 5 кОм/В) измеряют напряжение между выводом 7 микросхемы MC_1 и общим проводом. Оно может быть от 5,7 до 6,9 В. Если это напряжение больше или меньше, то подбирают сопротивление резистора R_1. Так же проверяют и при необходимости устанавливают (подбором ре-

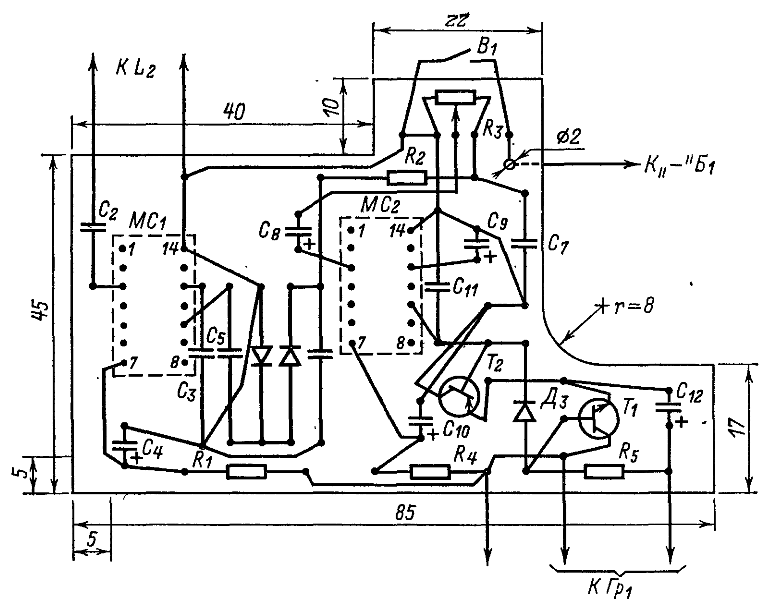


Рис. 78. Расположение и соединение деталей на монтажной плате приемника.

зистора R_4) напряжение на выводе 7 микросхемы MC_2. Затем вольтметр включают между точкой соединения эмиттеров транзисторов и общим проводом питания. Прибор должен показывать напряжение, равное половине напряжения источника питания. Если надо, то это напряжение устанавливают подбором резистора R_5.

После этого переходят к налаживанию входной части приемника. Отодвинув катушку L_2 на максимально возможное расстояние от катушки L_1, приемник конденсатором C_2 настраивают на радиостанцию «Маяк», работающую на волне 547 м. При этом емкость конденсатора C_2 должна быть почти максимальной. Если при точной настройке ротор конденсатора окажется в положении, близком к средней емкости конденсатора, это укажет на необходимость уменьшения числа витков катушки L_1. Надо подобрать такое число ее витков, при котором настройка на радиостанцию «Маяк» будет

почти при крайнем положении ручки настройки. В этом случае приемник будет перекрывать весь средневолновый диапазон.

Далее следует настроить приемник на какую-либо отдаленную станцию и перемещением катушки L_2 по ферритовому стержню добиться наибольшей громкости приема ее сигналов. Если при этом приемник станет самовозбуждаться, то включение выводов катушки L_2 меняют местами или уменьшают число ее витков. Для устранения самовозбуждения можно также попробовать заменить конденсаторы C_6, C_7, C_{11} конденсаторами большей емкости, включить между плюсовым и минусовым проводниками питания электролитический конденсатор емкостью 50—100 мкф на номинальное напряжение не ниже 10 В, уменьшить напряжение на выводе *7* микросхемы MC_1 до 5—5,5 В.

Аналогично настраивают входную цепь и при работе приемника в длинноволновом диапазоне, но за исходную принимают радиостанцию, работающую на волне 1734 м.

Такой приемник без изменения его схемы можно выполнять и на микросхемах серии К122—К1УБ221Б или К1УС221Б (нумерация их выводов указана на рис. 77). Изменится только монтаж этих микросхем, так как их выводы расположены вкруговую.

Принципиальная схема другого варианта приемника прямого усиления показана на рис.79. В нем работают микросхемы К1УС221Б и К2УС245. Высокочастотная часть, включая детектор, и усилитель мощности такие же, как в приемнике первого варианта, только между выводом *5* микросхемы К1УС221Б и общим проводом питания включен конденсатор C_5, повышающий коэффициент усиления этой микросхемы. Но эта мера принята лишь на случай использования микросхемы с минимально допустимым коэффициентом усиления.

Микросхема К2УС245 (MC_2) представляет собой пятикаскадный предварительный усилитель НЧ, предназначенный для совместной работы с двухтактным выходным бестрансформаторным усилителем мощности. Для нормальной работы этой микросхемы на базу транзистора ее первого каскада должно подаваться небольшое положительное напряжение смещения. В описываемом приемнике оно снимается с делителя R_5R_6. Через вывод *3* на микросхему подается напряжение обратной связи по постоянному току. Глубина обратной связи по переменному току зависит от номиналов конденсатора C_{13} и цепочки R_7 C_{12}. Напряжение питания на последующие каскады микросхемы MC_2 поступит через вывод *7*.

В этом приемнике используются такие же детали (диоды, транзисторы, резисторы, конденсаторы, головка, источник питания, магнитная антенна), что и в приемнике предыдущего варианта.

При налаживании подбором резисторов R_1 и R_4 устанавливают на выводах 7 микросхем необходимые для их работы напряжения (6,3 В±10%), подбором резистора R_5 добиваются напряжения 4,5 В на выводах эмиттеров транзисторов усилителя мощности, после чего измеряют ток в коллекторной цепи транзистора T_1 и, если необходимо, подбором диода $Д_3$ устанавливают его равным 5—6 мА. В последнюю очередь подбирают резистор R_7 по наиболее громкому и качественному звуковоспроизведению.

Перед монтажом микросхем их выводы предварительно изгибают так, чтобы они входили в установленные в плате пустотелые заклепки. Пайку выводов следует проводить быстро, чтобы не перегреть микросхему.

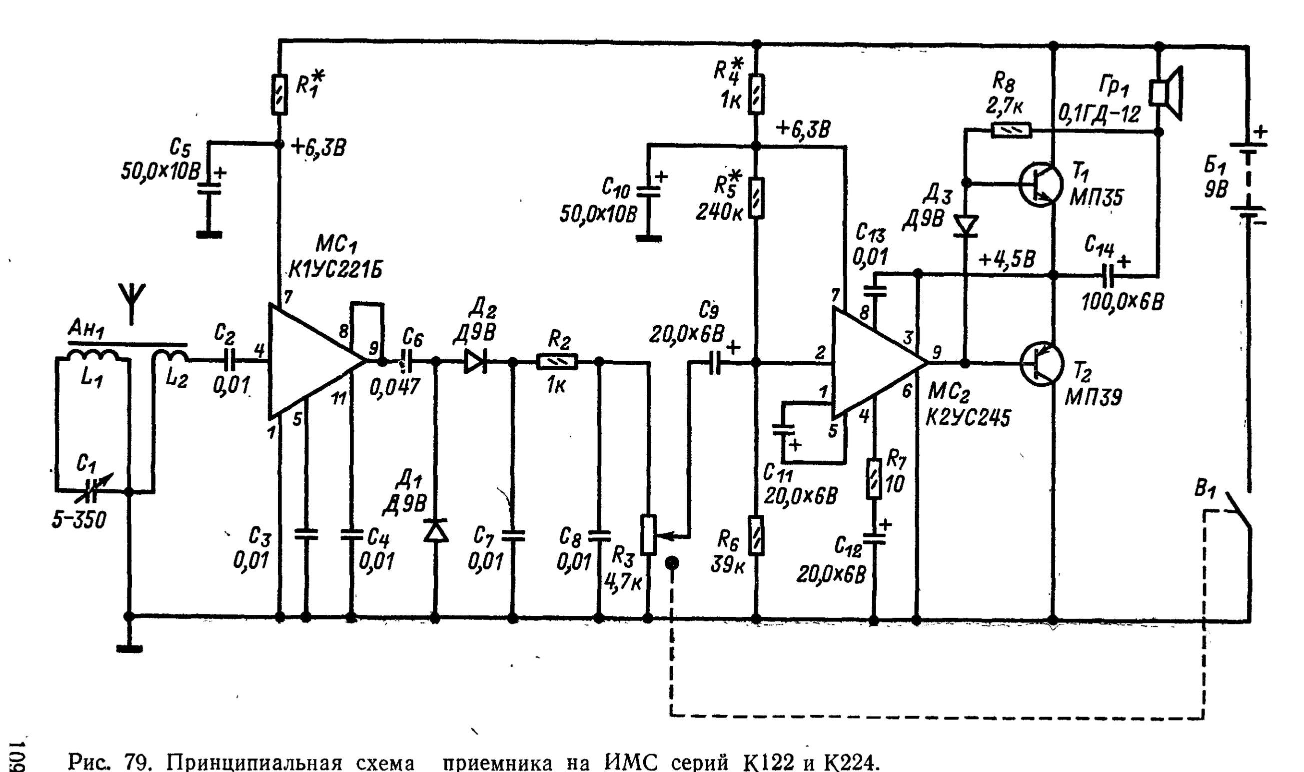


Рис. 79. Принципиальная схема приемника на ИМС серий К122 и К224.

Измерительные приборы

Во время монтажа, испытания и налаживания своих конструкций радиолюбители пользуются не только измерительными приборами, но и пробниками — простейшими измерителями, позволяющими проверять правильность и качество монтажа, целость контурных катушек, обмоток дросселей, трансформаторов, годность конденсаторов, токопрохождение в различных электрических цепях и т. д.

Простейший пробник состоит из источника тока, например батареи 3336Л, и индикатора, роль которого может выполнять лампочка накаливания, миллиамперметр, головные телефоны. Схемы

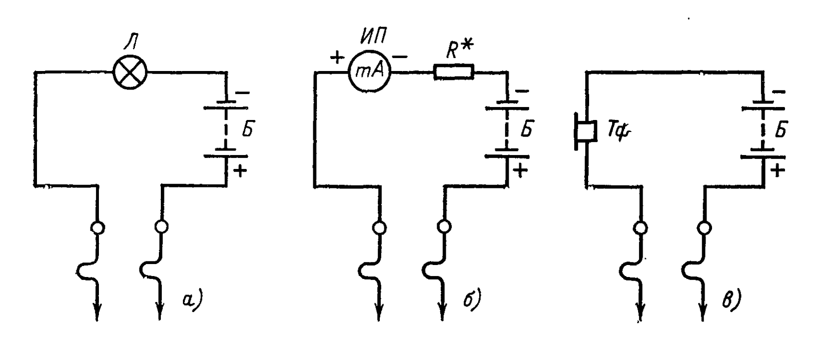


Рис. 80. Принципиальные схемы пробников.

а — с лампочкой накаливания; *б* — с миллиамперметром; *в* — с телефоном.

пробников с такими индикаторами приведены на рис. 80. Перед тем как пользоваться ими, необходимо убедиться, что при замыкании накоротко щупов индикатор дает показания: лампочка загорается, стрелка миллиамперметра отклоняется на всю шкалу, в телефонах появляется звук, напоминающий щелчок.

При проверке монтажа и цепей аппаратуры наконечниками щупов пробника касаются участков цепей и по показанию индикатора судят об их исправности. Качество контактов, монтажные проводники лучше всего проверять пробником с лампочкой накаливания или миллиамперметром, обмотки трансформаторов — телефонным пробником.

Для налаживания даже самого простого транзисторного усилителя или приемника требуется *миллиамперметр,* с помощью которого измеряют токи в цепях транзистора. Чаще всего для таких измерений используют прибор магнитоэлектрической системы, обычно миллиамперметр, с шунтом — резистором, подключенным параллельно измерительному прибору. Сопротивление шунта, зависящее от данных прибора и наибольшего измеряемого тока, вычисляют по формуле

$$R_{ш} = R_{п} I_{п}/(I_{и} - I_{п}),$$

где $R_{ш}$ — сопротивление шунта, Ом; $R_{п}$ — сопротивление рамки прибора, Ом; $I_{п}$ — ток полного отклонения стрелки прибора, мА; $I_{и}$ — наибольшее значение измеряемого тока, мА.

Сопротивление рамки прибора, определяющее его внутреннее сопротивление, указывают на его шкале. Узнать сопротивление рамки прибора можно по табл. 3.

Таблица 3

Тип прибора	Ток полного отклонения стрелки прибора, мкА	Сопротивление рамки, Ом	Класс точности	Тип прибора	Ток полного отклонения стрелки прибора, мкА	Сопротивление рамки, Ом	Класс точности
М4-2	1000	75	2,5	М264	1000	150	2,5
	5000	15	—	М265	50	3000	1,5
	10000	7,5	—		100	900	1; 1,5
М5-2	1000	75	2,5		200	150	—
	5000	15	—		500	150	—
	10000	7,5	—		1000	150	1
М20	1000	350	2,5	М494	50	2000	2,5
М24	50	3000	1,5; 2,5		100	700	—
	100	3000	1; 1,5; 2,5	М592	100	800	2,5
	150	850	—		200	800	—
	200	900	—		300	500	—
	300	900	—		500	500	—
	500	500	—	ПМ-70	3000	25	2,5
М49	200	700	2,5		5000	15	1,5
	300	350	—		10000	7,5	—
	500	350	—	ИТ	150	1500	1,5
М61	5000	15	2,5				
	10000	7,5	4				

После подключения шунта шкалу миллиамперметра градуируют по контрольному измерительному прибору. Но такой миллиамперметр будет иметь только один предел измерения. Им нельзя измерять токи, превышающие ток, на который он рассчитан. Поэтому лучше иметь миллиамперметр с универсальным шунтом, которым можно измерять токи нескольких пределов. Универсальный шунт не требует расчета и может быть подключен практически к любому имеющемуся в распоряжении радиолюбителя прибору магнитоэлектрической системы.

Принципиальная схема трехпредельного миллиамперметра с универсальным шунтом показана на рис. 81. Резисторы $R_1 - R_3$, образующие универсальный шунт, должны быть проволочными.

При измерении показания прибора умножают на коэффициент, обозначенный возле гнезда данного предела измерения.

Для измерения напряжения источника питания можно использовать самый простой *вольтметр*. А для измерения напряжений в цепях транзистора нужен вольтметр с относительным входным сопротивлением не менее 5 кОм/В, иначе измерения будут неверны. Хорошо, конечно, иметь универсальный измерительный прибор, например авометр типа Ц-20. Но можно пользоваться самодельными измерителями напряжения постоянного тока.

Принципиальная схема простого трехпредельного вольтметра постоянного тока приведена на рис. 82. Его индикатором $ИП_1$ служит микроамперметр на ток $I_п = 100$ мкА. С таким индикатором относительное входное сопротивление вольтметра будет 10 кОм/В. Чем меньше ток $I_п$ индикатора, тем точнее измерения.

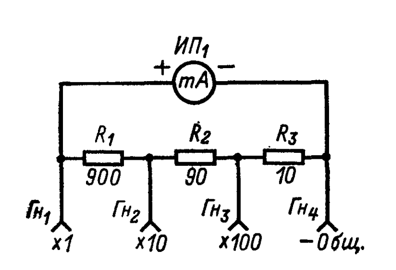


Рис. 81. Принципиальная схема миллиамперметра.

Рис. 82. Схема вольтметра постоянного тока.

Гнездо «Общ.» является общим для всех пределов измерений. Переключение пределов осуществляется перестановкой второго щупа в соответствующие им гнезда $Гн_2$—$Гн_4$.

Для микроамперметра с другим током $I_п$ сопротивления добавочных резисторов можно рассчитать по формуле

$$R = U/I,$$

где R — сопротивление добавочного резистора, Ом; U — предел измерений, В; I — максимальный ток полного отклонения стрелки индикатора, А.

Правильность показаний самодельного вольтметра проверяют по контрольному (промышленному) вольтметру.

Принципиальная схема транзисторного вольтметра постоянного тока приведена на рис. 83. Относительно большое входное сопротивление вольтметра позволяет использовать его для измерения напряжения непосредственно на электродах транзисторов, радиоламп.

Резисторы R_6, R_7 и транзисторы T_1, T_2 образуют измерительный мост, в диагональ которого включен микроамперметр $ИП_1$. Измеряемые напряжения подаются на базу транзистора T_1 через соответствующие гнезда прибора и добавочные резисторы R_1—R_3. Через резисторы R_4, R_5 и R_8 подается начальное напряжение смещения на базы транзисторов T_1 и T_2.

Перед измерениями переменным резистором R_4 стрелку микроамперметра устанавливают на нулевое деление шкалы.

В приборе желательно использовать микроамперметр на ток $I_п = 100$—500 мкА. Транзисторы (МП39—МП42) следует подобрать с током $I_{КБО}$ не более 2 мкА и возможно одинаковым коэффициентом $h_{21Э}$. Можно использовать кремниевые транзисторы, например КТ315 (что лучше, чем германиевые). В этом случае нужно поменять полярность включения источника питания.

Источником питания служат два элемента 332, соединенные последовательно.

Детали вольтметра монтируют на панели из листового гетинакса, органического стекла, полистирола или другого изоляционного материала. Градуировку шкалы производят по образцовому вольтметру.

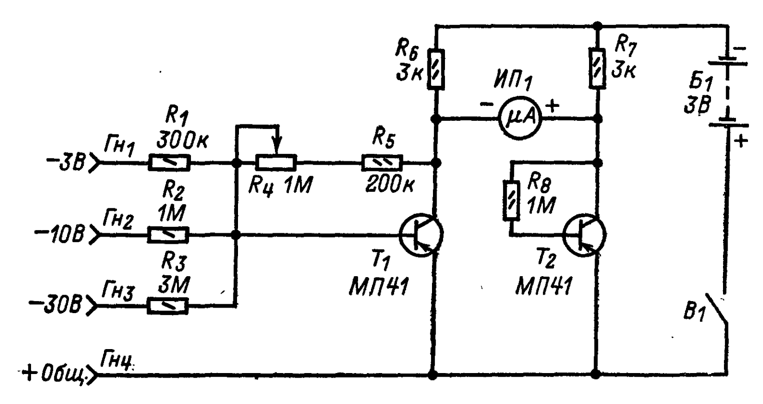


Рис. 83. Схема транзисторного вольтметра постоянного тока.

Для проверки электрических контактов, катушек, обмоток трансформаторов, резисторов и т. п. можно пользоваться простым *омметром,* принципиальная схема которого приведена на рис. 84. Прибор образуют микроамперметр $ИП_1$, резисторы R_1, R_2 и батарея $Б_1$ напряжением 4,5 В. При замкнутых щупах стрелку микроамперметра устанавливают резистором R_1 на крайнее правое деление шкалы, соответствующее нулю («0») омметра. При измерении сопротивления резистора или другой детали, участка цепи стрелка микроамперметра, отклоняясь на некоторый угол, показывает значение измеряемого сопротивления.

Шкалу омметра градуируют по резисторам с допуском отклонения номиналов не ниже ±5%.

Источником питания омметра служит батарея 3336Л или три элемента 332.

Микроамперметр может быть с большим, чем 100 мкА, током отклонения стрелки на всю шкалу, но предел измерения с ним будет меньшим. Расчет суммарного сопротивления резисторов R_1 и R_2 с другим микроамперметром проводят по формуле, приведенной для расчета добавочных резисторов вольтметра. Резистор R_1 должен составлять 1/10 ч. общего расчетного сопротив-

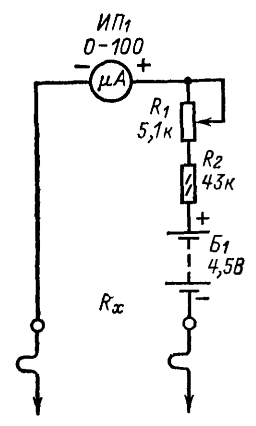


Рис. 84. Принципиальная схема омметра.

ления. Резистор R_2 подбирают так, чтобы при свежей батарее и среднем положении движка переменного резистора R_1 стрелка микроамперметра при замкнутых щупах отклонялась на всю шкалу.

В качестве монтажной платы может быть использован любой изоляционный материал. Щупами служат два медных или латунных стержня диаметром 2—3 и длиной 100—120 мм с надетыми на них полихлорвиниловыми трубками. К щупам припаивают гибкие проводники длиной около 1 м с однополюсными вилками на концах.

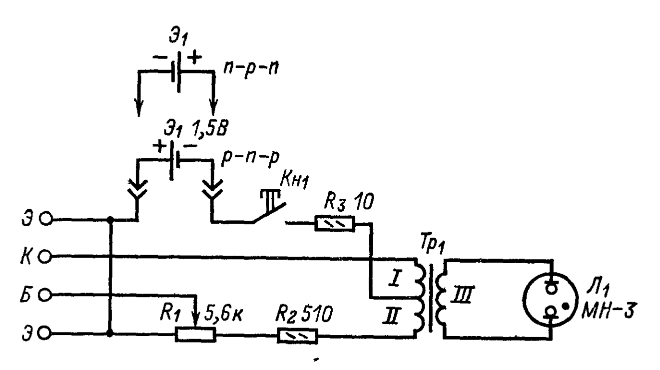


Рис. 85. Схема испытателя транзисторов с оптическим индикатором.

Перед измерением щупы замыкают накоротко и резистором R_1 устанавливают стрелку микроамперметра на «0» омметра.

Для определения годности и примерного коэффициента передачи тока $h_{21Э}$ маломощных транзисторов структур *p-n-p* и *n-p-n* можно пользоваться простым прибором, схема которого изображена на рис. 85. Индикатором служит неоновая лампа $Л_1$ типа МН-3. Источник питания — один элемент 316, 332 или 343.

Проверку и одновременно измерение коэффициента $h_{21Э}$ транзистора в пределах от 10 до 200 производят в режиме генерации. Переключение прибора для проверки транзисторов разных структур осуществляют изменением полярности включения элемента питания (можно тумблером).

Шкалу коэффициентов $h_{21Э}$ прибора градуируют по транзисторам с предварительно измеренными параметрами.

Работа прибора во многом зависит от качества изготовления трансформатора. Его магнитопроводом служит кольцо размером 10×6×5 мм из феррита марки 1000НН. Обмотка *I* содержит 35 витков, а обмотка *II*—70 витков провода ПЭВ 0,1. Обмотку *III* выполняют проводом ПЭВ 0,08 до заполнения окна магнитопровода.

Коэффициент $h_{21Э}$ транзистора определяют по возникновению генерации — началу свечения неоновой лампы. Для этого, нажав кнопку $Кн_1$, вращают ручку переменного резистора R_1 со стрелкой-указателем и в момент загорания неоновой лампы по шкале на лицевой панели прибора определяют коэффициент $h_{21Э}$ транзисторов.

Лучше, однако, для определения годности и более точного изме-

рения коэффициента $h_{21э}$ маломощных транзисторов пользоваться испытателем, схема которого показана на рис. 86. Его индикатором служит миллиамперметр $ИП_1$ на ток полного отклонения стрелки 3 мА. Питание прибора осуществляется от одного элемента 1,5 В. Переключатель $В_1$ и кнопка $Кн_1$ могут быть любой конструкции.

Прибор налаживают по транзисторам с предварительно измеренными коэффициентами $h_{21э}$. Сначала, подключив к прибору образ-

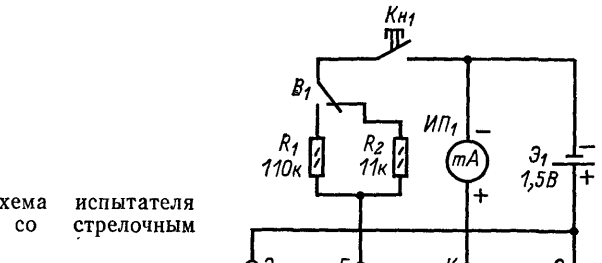


Рис. 86. Схема испытателя транзисторов со стрелочным индикатором.

цовый транзистор и нажав кнопку $Кн_1$, подбирают такой резистор R_1, чтобы стрелка индикатора оказалась против деления на шкале, кратного коэффициенту $h_{21э}$ образцового транзистора. Так, например, если коэффициент передачи тока транзистора $h_{21э}=20$, стрелка индикатора должна показывать ток 2 мА. Аналогично подбирают резистор R_2 для транзисторов с большим в 10 раз коэффициентом $h_{21э}$.

Для проверки транзисторов структуры *n-p-n* нужно изменить полярность включения элемента и миллиамперметра.

Следующий прибор, схема которого показана на рис. 87, предназначен для покаскадной проверки работы приемников при налаживании и ремонте. Это двухкаскадный усилитель НЧ на транзисторах МП41 (можно МП39, МП40). При проверке низкочастотных цепей щуп вставляют в гнездо $Гн_1$, высокочастотных цепей — в гнез-

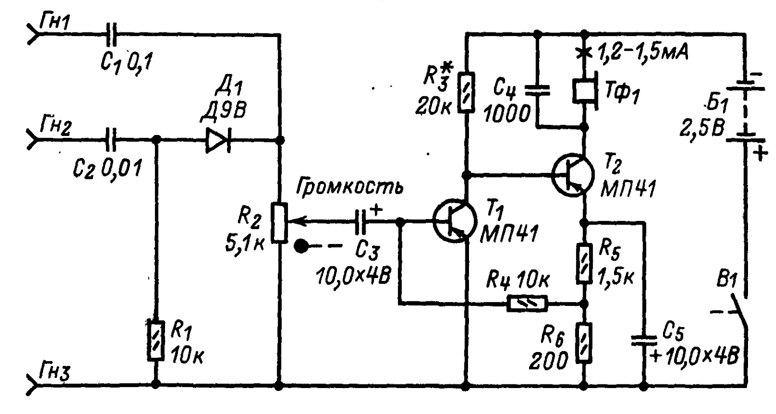


Рис. 87. Принципиальная схема искателя повреждений в приемнике.

до $Гн_2$. Гнездо $Гн_3$ через щуп с зажимом крокодил соединяют с общим проводом проверяемого усилителя или приемника. Конденсаторы C_1 и C_2 служат для разделения постоянной и переменной составляющих.

Питание прибора осуществляется от двух соединенных последовательно аккумуляторов Д-0,06 (2,5 В). Потребляемый ток не превышает 2 мА. Индикатором служат низкоомные головные телефоны.

Прибор можно смонтировать в алюминиевой трубке диаметром 20 и длиной 100 мм.

Транзисторы должны иметь ток $I_{КБО}$ не более 2 мкА и коэффициент $h_{21Э}$ от 60 до 100.

Проверку приемника начинают с входной цепи путем прослушивания сигналов радиостанций. Для этого щуп, вставленный в гнез-

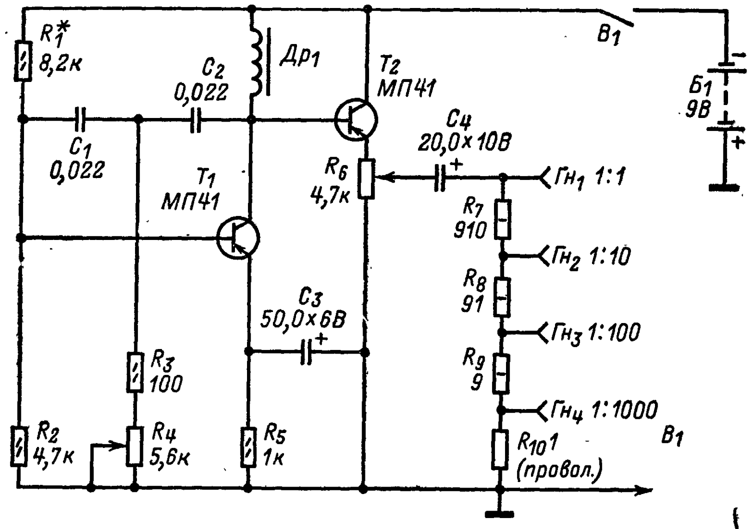


Рис. 88. Принципиальная схема генератора звуковой частоты.

до $Гн_2$, подключают к базе первого транзистора усилителя ВЧ. Услышав сигнал радиостанции, на которую настроена входная цепь, щуп переключают на коллектор транзистора и, таким образом, проверяют работу этого, а затем и следующего каскада. Неисправность ищут в цепях того каскада, через который сигнал не проходит.

Налаживание усилителей НЧ, электронных реле значительно облегчается, если есть *генератор колебаний звуковой частоты.*

Принципиальная схема простейшего двухтранзисторного генератора приведена на рис. 88. Собственно генератор собран на транзисторе T_1. Положительная обратная связь, благодаря которой он возбуждается, достигается последовательным включением двух *RC*-ячеек. Резистором R_4 изменяют частоту генерируемых колебаний от

400 до 1250 Гц. Транзистор T_2 является эмиттерным повторителем. В его эмиттерную цепь включен переменный резистор R_6, которым регулируют выходное напряжение генератора. Резисторы R_7—R_{10} образуют ступенчатый делитель (аттенюатор), позволяющий изменять напряжение, подаваемое на него с переменного резистора R_6, в 1000 раз. Напряжеиие, подаваемое во входные цепи каскадов налаживаемого усилителя НЧ, снимают с одного из выходных гнезд.

Питание генератора осуществляется от двух батарей 3336Л (9 В).

Постоянные резисторы, используемые для прибора, могут быть УЛМ и МЛТ, переменные резисторы — МП, конденсаторы — КМ и К50-6, транзисторы (МП39—МП41) с коэффициентом $h_{21Э} = 60 \div 80$ и обратным током коллектора $I_{КБО}$ — не более 3 мкА.

Дроссель $Др_1$ содержит 400—450 витков провода ПЭВ 0,1, намотанных на кольце диаметром 15—16 мм из феррита марки 1000НН. В качестве дросселя $Др_1$ можно использовать первичную обмотку согласующего трансформатора от малогабаритного транзисторного приемника.

Налаживают усилитель в такой последовательности: от коллектора транзистора T_1 отключают вывод конденсатора C_2, а к участку коллектор — эмиттер этого транзистора подключают вольтметр постоянного тока. Подбором резистора R_1 устанавливают на коллекторе напряжение, равное примерно половине напряжения источника питания (4—4,5 В). Восстановив соединение конденсатора C_2 с коллектором транзистора T_1, движок резистора R_6 устанавливают в верхнее (по схеме) положение, а к выходному гнезду $Гн_1$ подключают головные телефоны. В головных телефонах должен прослушиваться звуковой сигнал, частоту которого регулируют переменным резистором R_4. Диапазон колебаний, генерируемых прибором, можно изменить увеличением или уменьшением емкости конденсаторов C_1 и C_2.

Градуировку шкалы прибора производят по образцовому генератору, определяя равенство частот обоих генераторов с помощью осциллографа или на слух по звучанию в головных телефонах.

Выходное напряжение, несколько зависящее от частоты генерируемых колебаний, измеряют транзисторным или ламповым вольтметром переменного тока, которое указывают на шкале резистора R_6.

Полезно иметь и *генератор колебаний высокой частоты*, облегчающий проверку и иалаживание высокочастотных трактов приемников.

Предлагаемый транзисторный генератор ВЧ (рис. 89) генерирует электрические колебания трех поддиапазонов: 0,15—0,5 МГц, 0,5—2 МГц и 4—12,5 МГц. Максимальное выходное напряжение сигнала первого поддиапазона 1,1 В, второго — 1,05 В, третьего — 0,27 В. Для амплитудной модуляции сигнала ВЧ используется звуковой генератор, описанный ранее.

Питание генератора осуществляется от двух батарей 3336Л, соединенных последовательно, потребляемый ток составляет 8 мА.

Задающий генератор собран на транзисторе T_1 по схеме с индуктивной обратной связью между эмиттерной и коллекторной цепями. Режим работы транзистора по постоянному току устанавливают подбором резистора R_1 в базовой цепи. Переключателем B_1 в коллекторную цепь транзистора T_1 включаются катушки L_1, L_3 или

L_5, образующие с конденсаторами C_5 и C_6 колебательный контур задающего генератора, а в эмиттерную цепь через конденсатор C_3 — соответствующие катушки обратной связи L_2, L_4 или L_6. Изменение частоты колебаний задающего генератора в каждом поддиапазоне осуществляется конденсатором переменной емкости C_6. Конденсатор C_5 — разделительный, он исключает замыкание коллекторной цепи транзистора на плюсовой провод источника питания в случае касания роторных и статорных пластин конденсатора C_6. Резистор R_3 и конденсатор C_2 образуют ячейку развязывающего фильтра задающего генератора по цепи питания.

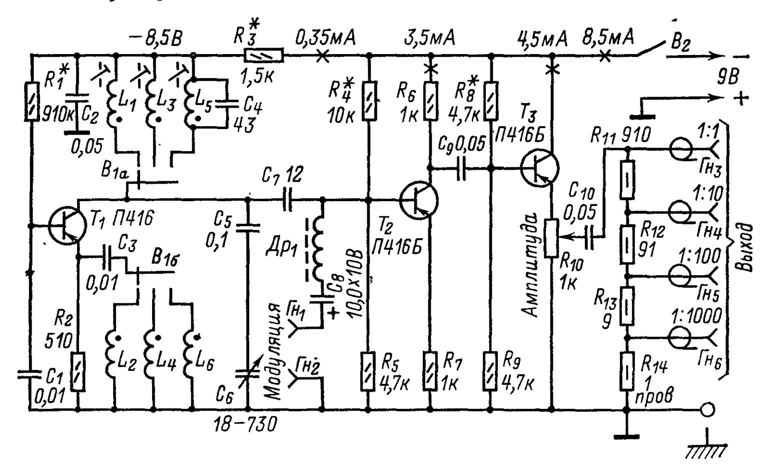


Рис. 89. Принципиальная схема генератора ВЧ.

Высокочастотный немодулированный сигнал с коллектора транзистора T_1 через разделительный конденсатор C_7 поступает на базу транзистора T_2. На этот же электрод транзистора T_2 через гнезда $Гн_1$ и $Гн_2$, электролитический конденсатор C_8 и высокочастотный дроссель $Др_1$ подается и модулирующий сигнал от внешнего звукового генератора. Дроссель $Др_1$ препятствует короткому замыканию тока высокой частоты на плюсовой провод питания при включении источника сигнала НЧ.

Напряжение смещения на базу транзистора T_2 подается с делителя R_4R_5. Резистор R_7 в эмиттерной цепи этого транзистора стабилизирует работу каскада.

Высокочастотный сигнал, усиленный транзистором T_2, выделяется на нагрузочном резисторе R_6 и через разделительный конденсатор C_9 подается на базу выходного транзистора T_3, включенного по схеме эмиттерного повторителя. Переменным резистором R_{10}, являющимся нагрузкой этого каскада, регулируют амплитуду напряжения. Конденсатор C_{10} предотвращает замыкание цепи эмиттера транзистора T_3 по постоянному току через делитель выходного напряжения, образуемый резисторами R_{11}—R_{14}. Этот делитель позволяет подавать на вход налаживаемой конструкции как полное выходное напряжение генератора, так и 1/10, 1/100 или 1/1000 часть.

Низкочастотные границы поддиапазонов подгоняют подстроечными сердечниками контурных катушек L_1, L_3 и L_5 задающего генератора. Высокочастотные границы первого и второго поддиапазонов определяются начальной емкостью конденсатора C_6 и емкостью монтажа, а третьего поддиапазона — еще и емкостью конденсатора C_4, подключенного параллельно катушке L_5.

Прибор монтируют в металлическом корпусе размером примерно 200×130×75 мм. На передней его панели крепят выключатель питания, зажим заземления, гнезда модулирующего сигнала, переключатель поддиапазонов, ручки регуляторов «Амплитуда» и «Частота», гнездо $Гн_3$ (1 : 1) делителя; гнезда $Гн_4$—$Гн_6$ делителя выходного напряжения крепят в нижней части боковой стенки корпуса. Остальные детали монтируют на плате из листового гетинакса или другого прочного изоляционного материала.

Конденсатор переменной емкости C_6 (соединенные параллельно секции блока КПЕ приемника ВЭФ-12) крепят к передней стенке корпуса с помощью кронштейна, изготовленного из листового алюминия. На его оси закрепляют диск верньерного устройства с приклеенной шкалой (оба диаметром 80 мм), по окружности которого проточена канавка для пассика. Осью верньерного устройства служит ось переменного резистора R_{10} типа *СП*.

Коэффициент $h_{21Э}$ высокочастотных транзисторов (П401—П403, П416, П422) — от 60 до 80. Резистор R_{13} можно составить из трех резисторов сопротивлением по 27 Ом, соединяя их параллельно. Резистор R_{14} — проволочный. Переключатель поддиапазонов — галетного типа с двумя группами контактов.

Катушки задающего генератора и дроссель $Др_1$ наматывают на унифицированных каркасах диаметром 7,8 мм с карбонильными подстроечными сердечниками СЦР-1 диаметром 6 мм (каркасы ФПЧ телевизора «Рубин»). Катушка L_1 содержит 440 витков провода ПЭВ 0,15, намотанных четырьмя секциями по 110 витков в каждой секции, катушка L_3 — 150 витков такого же провода, намотанных тремя секциями по 50 витков, катушка L_5 — 12 витков провода ПЭВ 0,5, намотанных виток к витку в один слой. Катушки обратной связи наматывают проводом ПЭВ 0,15 на каркасах соответствующих им контурных катушек. Катушка L_2 содержит 35, L_4 — 9, L_6 — 1 виток. Дроссель $Др_1$ содержит 600 витков провода ПЭВ 0,1, намотанных пятью секциями по 120 витков в каждой.

Для соединения генератора с настраиваемой конструкцией используется отрезок коаксиального кабеля типа РК-50 длиной 50—70 см со штепсельной частью коаксиального разъема антенного ввода для телевизора на одном конце и зажимами крокодил на другом.

Налаживание прибора начинают с проверки монтажа по принципиальной схеме. Затем, включив питание, устанавливают указанные на принципиальной схеме режимы работы транзисторов, начиная с транзистора T_3. Рекомендуемый ток коллектора транзистора T_3 устанавливают подбором резистора R_8, коллекторный ток транзистора T_2 — подбором резистора R_4. Суммарный ток коллектора и базы транзистора T_1 задающего генератора (0,35 мА) контролируют по миллиамперметру, включенному в разрыв минусового провода источника питания перед резистором R_3 и, если надо, устанавливают его подбором резистора R_1. Далее вольтметром измеряют напряжение на конденсаторе C_2. Если оно окажется значительно больше 8,5 В, то резистор R_3 заменяют резистором большого номинала, после чего проверяют и повторно подгоняют ток транзистора T_1.

Далее надо проверить, возбуждается ли задающий генератор. Делают это с помощью радиовещательного приемника. К гнезду $Гн_3$ генератора подключают кусок провода длиной 200—300 мм, сопротивление резистора R_{10} «Амплитуда» устанавливают максимальным, переключатель поддиапазонов — на частоты 0,15—0,5 МГц, а переключатель диапазонов приемника — на прием радиостанций длинноволнового диапазона. Если задающий генератор возбуждается, то при вращении ручки конденсатора C_6 «Частота» в головке громкоговорителя приемника должны появляться звуки, похожие на свисты. В противном случае концы катушки обратной связи этого поддиапазона надо будет поменять местами. Таким же способом проверяют возбуждение задающего генератора на двух других поддиапазонах.

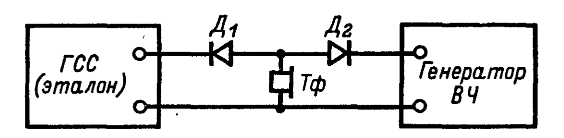


Рис. 90. Схема соединений генератора ВЧ с ГСС для градуировки.

Напряжение сигнала на выходе прибора можно измерить транзисторным или ламповым вольтметром переменного тока.

Шкалу генератора градуируют с помощью радиовещательного приемника или генератора стандартных сигналов (ГСС).

Для градуировки по шкале приемника соединяют между собой зажимы «Заземление» генератора и приемника. Указатель шкалы приемника ставят на отметку, соответствующую приему сигнала частотой 150 кГц, а регулятор громкости — в среднее положение. Затем с гнезда $Гн_3$ выхода генератора через конденсатор емкостью 20—30 пФ подают на вход приемника высокочастотный сигнал, модулированный колебаниями генератора НЧ, ручкой «Частота» добиваются появления звука в головке громкоговорителя и делают на шкале генератора ВЧ соответствующую отметку. Далее указатель настройки приемника ставят последовательно на отметку 200, 250, 300 кГц и т. д., изменяют настройку генератора и по звуковым сигналам делают отметки на его шкале. Аналогично градуируют шкалы других поддиапазонов.

Надо иметь в виду, что в поддиапазоне 4—12,5 МГц появятся сигналы гармоник, но их громкость будет меньше основного сигнала. Поэтому градуировку следует производить при возможно меньшем уровне сигнала генератора.

Градуировку с помощью ГСС ведут в следующем порядке. К выходным гнездам ГСС и градуируемого генератора, сигналы которых не модулированы, подключают точечные диоды (например, Д9В) одноименными электродами к гнездам; другие выводы диодов соединяют вместе и соединяют с одной из вилок высокоомного головного телефона. Зажимы «Заземление» обоих генераторов соединяют вместе и сюда же подключают другую вилку головного телефона (рис. 90). Градуировку начинают с низшей частоты поддиапазона. Установив нужную частоту ГСС, вращают ручку «Частота» градуируемого генератора до появления в головном телефоне звука

высокого тона (свиста). При некотором положении ручки «Частота» появляются нулевые биения (совпадение частот обоих генераторов) и звук в телефонах пропадает. Это значит, что к головному телефону поданы от генераторов сигналы одинаковой частоты. В этот момент на шкале градуируемого генератора ставят соответствующую отметку.

Градуировка по сигналам ГСС точнее, чем по шкале радиоприемника.

К генератору ВЧ можно сделать приставку (рис. 91) для предварительной настройки колебательного контура на заданную резонансную частоту в условиях, близких к реальным.

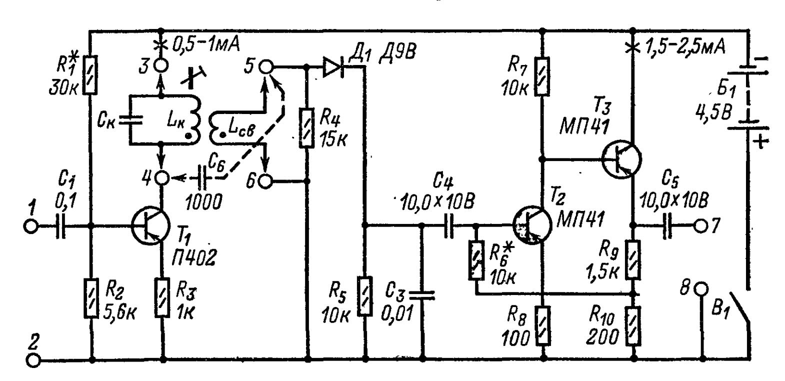


Рис. 91. Принципиальная схема приставки к генератору ВЧ для предварительной настройки контуров.

Рабочий диапазон частот приставки — от 100 кГц до 30 МГц, напряжение питания — 4,5 В (батарея 3336Л).

Модулированный сигнал генератора ВЧ через зажимы *1*, *2* и конденсатор C_1 поступает на базу транзистора T_1 усилителя ВЧ. В коллекторную цепь этого транзистора (зажимы *3* и *4*) включают настраиваемый контур $L_к C_к$, а его катушку связи $L_{св}$ соединяют со входом детектора (зажимы *5*, *6*). Если настраивают одиночный контур, не имеющий катушки связи, то между зажимами *4* и *5* включают переходный конденсатор C_6 емкостью 1000 пФ (показан на схеме штриховыми линиями).

Продетектированный сигнал через конденсатор C_4 поступает на базу транзистора T_2 первого каскада усилителя НЧ. С его коллекторной нагрузки R_7 усиленный сигнал поступает непосредственно на базу транзистора T_3 второго каскада, включенного по схеме эмиттерного повторителя. Сигнал НЧ выделяется на эмиттерном резисторе R_9 и через конденсатор C_5 поступает на зажим *7*. К зажимам *7* и *8* подключают вольтметр переменного тока, которым измеряют напряжение на выходе приставки, или головные телефоны. В момент резонанса напряжение на выходе приставки будет максимальным, а в телефонах будет наибольшая громкость сигнала.

В зависимости от уровня сигнала генератора ВЧ напряжение на выходе приставки в момент резонанса может изменяться от 15—

20 мВ до 1—2 В. Определять момент резонанса лучше всего при самом малом уровне сигнала генератора ВЧ.

В приставке можно использовать любые резисторы и конденсаторы соответствующих номиналов. Транзисторы должны иметь минимальный обратный ток коллектора $I_{КБО}$ (не более 3 мкА) и коэффициент передачи тока $h_{21Э}$ от 50 до 100. Для транзисторов структуры *n-p-n* нужно изменить полярность включения батареи питания и электролитических конденсаторов.

К зажимам *3* и *4* приставки подключают настраиваемый контур, и, включив питание, изменяют частоту генератора в предполагаемом диапазоне до момента отклонения стрелки вольтметра или появления звука в телефонах. Затем, отматывая или, наоборот, увеличивая число витков контурной катушки или вращая ее подстроечный сердечник, сдвигают резонансную частоту до нужного значения. Настроенный таким образом контур в приемнике, где он будет работать, потребует лишь незначительной подстройки.

Выпрямители

Выпрямитель со стабилизатором выходного напряжения, схема которого показана на рис. 92, предназначен для питания транзисторных приемников и усилителей НЧ. Стабильное выходное напряжение 12 В обеспечивается при изменении тока нагрузки от 5 до 400 мА. Пульсация напряжения не превышает 5 мВ.

Двухполупериодный выпрямитель переменного тока собран на диодах $Д_1$—$Д_4$, включенных по мостовой схеме, с емкостным фильт-

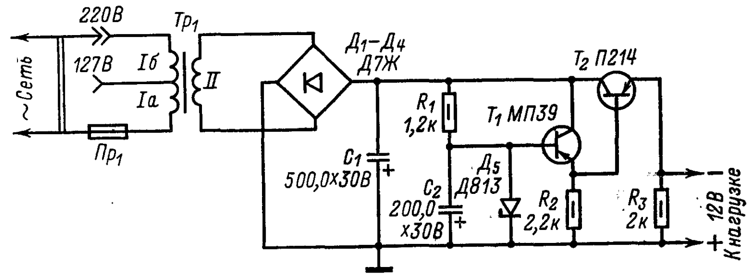


Рис. 92. Принципиальная схема стабилизированного выпрямителя на рабочее напряжение 12 В.

ром C_1. Стабилизатор выпрямленного напряжения образуют стабилитрон $Д_5$ и транзисторы T_1 и T_2.

Стабилизация питающего напряжения происходит за счет разницы между напряжениями на коллекторе и эмиттере транзистора T_2. Эта разница напряжений при постоянном токе нагрузки зависит от напряжения смещения на базе транзистора T_2. Напряжение смещения в свою очередь зависит от опорного напряжения на резисторе R_2 и напряжения на нагрузке. Если напряжение на нагрузке по каким-либо причинам возрастает, то результирующее напряжение смещения на базе транзистора T_2 уменьшится. В результате разница

между напряжениями коллектора и эмиттера транзистора T_2 возрастает и напряжение на нагрузке восстанавливается. При уменьшении напряжения на нагрузке смещение на базе транзистора T_2 увеличивается, разница между напряжениями уменьшается и на нагрузке восстанавливается первоначальное напряжение.

Трансформатор питания $Тр_1$ наматывают на магнитопроводе из пластин Ш-12, толщина набора 25 мм. Секция *а* обмотки *I* содержит 2650 витков провода ПЭВ 0,15, секция *б* — 2190 витков провода ПЭВ 0,12, обмотка *II* — 420 витков провода ПЭВ 0,55. Провод в эмалевой изоляции.

Транзистор T_2 монтируют на теплоотводе — пластинке из алюминия площадью 100 см², а весь блок питания — на металлическом шасси.

Блок питания, схема которого приведена на рис. 93, также со стабилизацией выпрямленного тока, но его выходное напряжение,

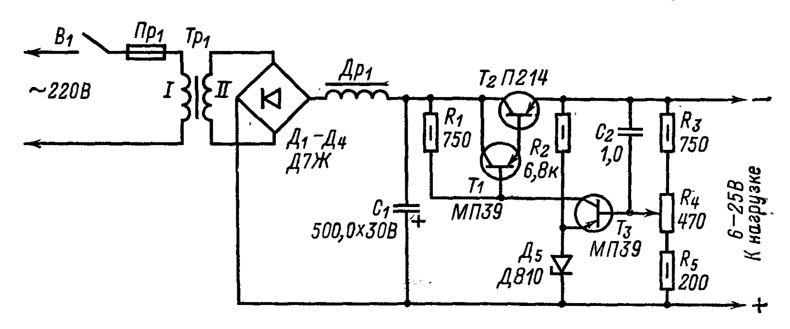


Рис. 93. Принципиальная схема стабилизированного выпрямителя с регулируемым рабочим напряжением.

подаваемое к нагрузке, можно регулировать в пределах примерно от 6 до 25 В. Он, как и предыдущий блок, предназначен для питания транзисторных приемников и усилителей. Максимальный ток, потребляемый нагрузкой, до 400 мА.

В двухполупериодном выпрямителе блока питания работают диоды $Д_1$—$Д_4$, включенные по мостовой схеме, в стабилизаторе напряжения — стабилитрон $Д_5$ и транзисторы T_1—T_3. Напряжение на выходе стабилизатора регулируют переменным резистором R_4.

Трансформатор питания собран на магнитопроводе из пластин УШ-16, толщина набора 32 мм (магнитопровод трансформатора телевизора «Рубин»). Первичная обмотка *I*, рассчитанная на напряжение сети 220 В, содержит 1750 витков провода ПЭВ 0,15, вторичная *II* — 195 витков провода ПЭВ 0,55. Дроссель фильтра $Др_1$, намотанный на таком же магнитопроводе, содержит 1100 витков провода ПЭВ 0,55.

Транзистор T_2 стабилизатора следует монтировать на теплоотводе — пластинке размером 100×50 мм из листового алюминия толщиной 2—3 мм. Электролитический конденсатор C_1 размещают между трансформатором питания и дросселем фильтра.

Налаживание блока питания заключается в проверке под нагрузкой рабочего напряжения и тока, потребляемого нагрузкой.

Низковольтный паяльник

По правилам техники безопасности паяльник, используемый для монтажа радиоаппаратуры, должен быть низковольтным. Монтаж же современной радиоаппаратуры требует применения миниатюрного паяльника. Этим требованиям отвечает паяльник, показанный на рис. 94.

Питание нагревательного элемента паяльника осуществляется от накальной обмотки трансформатора питания лампового приемника (6—6,3 В). Мощность трансформатора должна быть не менее 70—80 Вт. Нагревательный элемент паяльника подключается к обмотке трансформатора только на время пайки. Время нагрева 10—15 с.

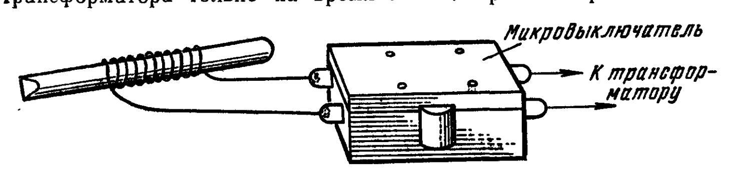


Рис. 94. Конструкция низковольтного паяльника.

Нагревательным элементом служит отрезок нихромового провода диаметром 1 мм, длиной 30 см. Стержень паяльника — отрезок медного провода диаметром 3 и длиной 35—40 мм или медный пруток таких же размеров.

Нихромовый провод наматывают непосредственно на стержень без изоляции: при первом же нагреве он покроется окалиной, которая будет служить изоляцией. Концы провода нагревательного элемента залуживают (с кислотой), обматывают медным луженым проводом 0,15—0,2 мм, закрепляют механически и припаивают к контактным лепесткам переключателя типа Д703 или подобного ему микровыключателя.

Для соединения выключателя с трансформатором питания используют гибкий монтажный провод ПМОВГ или МГШВ с токонесущей жилой диаметром 1,2—1,5 мм.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СОВЕТЫ *

Для подключения источника питания к транзисторному приемнику или усилителю можно использовать контактную колодку от батареи «Крона».

*

Монтаж транзисторов на одной высоте от платы легко осуществить, надев на их выводы отрезки поливинилхлоридной трубки одинаковой длины (12—15 мм).

* Из журналов «Радио», «Мастерок», «Юный техник», «Моделист-конструктор».

Разметку заготовок панелей, монтажных плат, шасси производят при помощи металлической линейки, угольника и острой чертилки. Режут листовой гетинакс, органическое стекло и мягкие металлы (например, алюминий) резаком. Лист материала кладут на стол или доску с гладкой ровной поверхностью и по металлической линейке несколько раз с усилием проводят острием резака по размеченной линии отреза. После этого лист материала перевертывают и сдвигают так, чтобы линия отреза прошла вдоль края стола или доски, и, нажимая на свисающий край, ломают. Резать лист материала нужно на всю длину. Выламывание заготовки из целого листа приводит к порче внутреннего угла, который обычно скалывается.

Вырезать заготовку панели нужно, отступая на 0,5—1 мм наружу от граничных линий. Затем заготовку опиливают до нужных размеров напильником. При опиливании следят за тем, чтобы не перейти линии разметки. Ровность опиловки проверяют, приложив ребро металлической линейки к опиливаемому ребру заготовки, и, посмотрев сложенные ребра на свет, определяют, какие места нужно подравнять. Правильность угла заготовки проверяют металлическим угольником.

*

Места сверления отверстий размечают: на металле — керном, на гетинаксе, органическом стекле и других пластмассах — острым шилом. При сверлении следят, чтобы с обратной стороны платы вокруг отверстий не было сколов. Для этого под плату подкладывают ровную дощечку и сверлят с небольшим нажимом.

*

Ферритовый стержень магнитной антенны можно укрепить на монтажной плате толстыми нитками. Для этого на концы стержня надевают по отрезку резиновой трубки длиной 7—8 мм, а в монтажной плате в местах крепления стержня сверлят два отверстия. Нитки несколько раз пропускают в отверстия в плате (как бы «прошивают») и завязывают узлом на резиновых трубках. Толщина стенок трубки должна быть такой, чтобы катушки можно было перемещать по ферритовому стержню, не цепляя за плату. После настройки и установления границ диапазонов катушки крепят на стержне несколькими каплями клея БФ-2.

на блок специальный чехол из тонкого оргстекла для защиты от пыли.

*

Для зачистки тонкого обмоточного провода от изоляции хорошо использовать мелкую наждачную шкурку. Кусочек шкурки складывают вдвое наждачной стороной внутрь. Зачищаемый конец провода слегка зажимают и осторожно протягивают его несколько раз между двумя поверхностями шкурки. После этого провод залуживают.

*

Чтобы зачистить конец литцендрата, его надо нагреть над пламенем спички и быстро опустить в спирт. Затем снимают сгоревшую изоляцию чистой тряпочкой и провод залуживают обычным способом. При залуживании надо следить, чтобы жилки литцендрата не оплавлялись и хорошо спаивались вместе.

*

Конденсатор емкостью в несколько пикофарад может быть самодельным. Одной обкладкой такого конденсатора может быть отрезок эмалированного провода диаметром 1,0 и длиной 20 мм, второй — намотанный на него виток к витку провод ПЭВ 0,12 — 0,15. При длине намотки 10 мм получается конденсатор емкостью около 10 пф.

Если этот конденсатор используется как подстроечный, нужную емкость подбирают уменьшением или, наоборот, увеличением длины намотки внешней обкладки.

*

Для закрепления концов провода катушки, намотанной на цилиндрическом каркасе, можно использовать кольца шириной 1,5 — 2 мм, нарезанные из резиновой или полихлорвиниловой трубки соответствующего диаметра. Кольца надевают на каркас и под них пропускают концы провода катушки.

*

Органическое стекло хорошо полируется чистой и сухой суконкой с зубным порошком. Для получения зеркальной поверхности используют полировочные смеси.

*

При растворении кусочков полистирола в бензоле получится клей для скрепления витков катушек. Смазанную таким клеем катушку сушат в течение суток.

*

Для фиксации сердечников типа СЦР в каркасах катушек можно использовать полоски полиэтиленовой пленки подходящей толщины. Перед ввинчиванием сердечника полоску полиэтилена опускают в каркас так, чтобы ее конец выходил наружу на 5—7 мм. Ширину полоски подбирают в зависимости от величины зазора между сердечником и каркасом.

Разметку заготовок панелей, монтажных плат, шасси производят при помощи металлической линейки, угольника и острой чертилки. Режут листовой гетинакс, органическое стекло и мягкие металлы (например, алюминий) резаком. Лист материала кладут на стол или доску с гладкой ровной поверхностью и по металлической линейке несколько раз с усилием проводят острием резака по размеченной линии отреза. После этого лист материала переворачивают и сдвигают так, чтобы линия отреза прошла вдоль края стола или доски, и, нажимая на свисающий край, ломают. Резать лист материала нужно на всю длину. Выламывание заготовки из целого листа приводит к порче внутреннего угла, который обычно скалывается.

Вырезать заготовку панели нужно, отступая на 0,5—1 мм наружу от граничных линий. Затем заготовку опиливают до нужных размеров напильником. При опиливании следят за тем, чтобы не перейти линии разметки. Ровность опиловки проверяют, приложив ребро металлической линейки к опиливаемому ребру заготовки, и, посмотрев сложенные ребра на свет, определяют, какие места нужно подравнять. Правильность угла заготовки проверяют металлическим угольником.

*

Места сверления отверстий размечают: на металле — керном, на гетинаксе, органическом стекле и других пластмассах — острым шилом. При сверлении следят, чтобы с обратной стороны платы вокруг отверстий не было сколов. Для этого под плату подкладывают ровную дощечку и сверлят с небольшим нажимом.

*

Ферритовый стержень магнитной антенны можно укрепить на монтажной плате толстыми нитками. Для этого на концы стержня надевают по отрезку резиновой трубки длиной 7—8 мм, а в монтажной плате в местах крепления стержня сверлят два отверстия. Нитки несколько раз пропускают в отверстия в плате (как бы «прошивают») и завязывают узлом на резиновых трубках. Толщина стенок трубки должна быть такой, чтобы катушки можно было перемещать по ферритовому стержню, не цепляя за плату. После настройки и установления границ диапазонов катушки крепят на стержне несколькими каплями клея БФ-2.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Радиолюбительская деятельность имеет важное государственное значение в связи с широким использованием радиотехники и электроники во всех отраслях народного хозяйства. Из числа радиолюбителей выходят лучшие кадры радиоспециалистов: ученых, инженеров, рабочих, техников.

Радиотехника является интереснейшим занятием. Самостоятельное конструирование приемников, усилителей, магнитофонов и других устройств является творческой работой, в результате которой получают принципиально новые радиоаппараты.

Цель настоящей книги — дать начальные сведения по практическим работам и радиолюбительскому конструированию всем желающим заниматься радиотехникой.

Автор желает успехов радиолюбителям-конструкторам в создании новых оригинальных конструкций с использованием современной радиоэлементной базы и будет весьма рад, если в их конструкциях найдут отражения схемные решения, опубликованные здесь.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Безденьев Ю. В. Плоские и объемные модули в любительских конструкциях. — М.: Энергия, 1977.

Борисов В. Г. Знай радиоприемник. — М.: ДОСААФ, 1972.

Борисов В. Г. Юный радиолюбитель. 6-е изд., перераб. — М.: Энергия, 1979.

Борисов В. Г. Практикум значкиста «Юный радиолюбитель». — М.: ДОСААФ, 1975.

Борисов В. Г. Блочный приемник начинающего радиолюбителя. М.: Энергия, 1975.

Буклер В. О., Владимиров Л. П., Гиршман Г. Х. Монтаж радиоаппаратуры. — М.: Энергия, 1973.

Васильев В. А. Радиолюбителю о транзисторах. 2-е изд., перераб. — М.: ДОСААФ, 1973.

Иванов Б. С. Электроника в самоделках. — М.: ДОСААФ, 1975.

Путятин Н. Три приемника на микросхемах. — Радио, 1977, с. 49—51.

Путятин Н. Н. Радиоконструирование. — М.: ДОСААФ, 1975.

Путятина А. Приемники-сувениры. — Моделист-конструктор, 1974, № 10, с. 20.

Ткаченко Г. А. Конструирование транзисторных приемников прямого усиления. — М.: Энергия, 1975.

Фролов В. В. Радиолюбительская технология. — М.: ДОСААФ, 1975.

Фролов В. В. Язык радиосхем. — М.: Энергия, 1974.

Хлупнов А. И. Любительские усилители низкой частоты. — М.: Энергия, 1976.

СОДЕРЖАНИЕ